



UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK

FACULTAD DE INGENIERÍA Y CIENCIAS APLICADAS

TRABAJO DE FIN DE MASTER TITULADO

**DETERMINACIÓN DEL ICA EN CUERPOS HÍDRICOS DEL
CANTÓN RUMIÑAHUI, EN UN PERIODO COMPRENDIDO
ENTRE EL 2017 - 2021**

Realizado por:

LUCÍA VANNESA SUÁREZ BASTIDAS

Director del proyecto:

Ing. KATHY CORAL CARRILLO MSc. MSSO

**Requisito para la obtención del título de
MAGISTER EN GESTIÓN AMBIENTAL**

Quito, 07 de marzo de 2022

DETERMINACIÓN DEL ICA EN CUERPOS HÍDRICOS DEL CANTÓN
RUMIÑAHUI, EN UN PERIODO COMPRENDIDO ENTRE EL 2017 - 2021

DECLARATORIA JURAMENTADA

Yo, Lucía Vannesa Suárez Bastidas, con Cédula de Identidad No. 1713661088, declaro bajo juramento que el trabajo aquí desarrollado es de mi autoría, que no ha sido previamente presentado para ningún grado a calificación profesional; y, que he consultado las referencias bibliográficas que se incluyen en este documento

A través de la presente declaración, cedo mis derechos de propiedad intelectual correspondientes a este trabajo, a la UNIVERSIDAD INTERNACIONAL SEK, según lo establecido por la Ley de Propiedad Intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.



Lucía Vannesa Suárez Bastidas
C.I. 1713661088

**DETERMINACIÓN DEL ICA EN CUERPOS HÍDRICOS DEL CANTÓN
RUMIÑAHUI, EN UN PERIODO COMPRENDIDO ENTRE EL 2017 - 2021**

DECLARATORIA

El presente trabajo de investigación titulado:

**DETERMINACIÓN DEL ICA EN CUERPOS HÍDRICOS DEL
CANTÓN RUMIÑAHUI, EN UN PERIODO COMPRENDIDO
ENTRE EL 2017 - 2021**

Realizado por:

LUCÍA VANNESA SUÁREZ BASTIDAS

como requisito para la Obtención del Título de

MAGÍSTER EN GESTIÓN AMBIENTAL

ha sido dirigido por el profesor

KATTY VERÓNICA CORAL CARRILLO

quien considera que constituye un trabajo original de su autor



KATTY VERÓNICA CORAL CARRILLO
Director

DETERMINACIÓN DEL ICA EN CUERPOS HÍDRICOS DEL CANTÓN
RUMIÑAHUI, EN UN PERIODO COMPRENDIDO ENTRE EL 2017 - 2021

LOS PROFESORES INFORMANTES

Los Profesores Informantes:

MIGUEL MARTÍNEZ

SUSANA CHAMORRO

Después de revisar el trabajo presentado, lo han calificado como apto para su defensa oral ante el tribunal examinador



Miguel Martínez

Susana Chamorro

Quito, marzo 2022

DETERMINACIÓN DEL ICA EN CUERPOS HÍDRICOS DEL CANTÓN RUMIÑAHUI, EN UN PERIODO COMPRENDIDO ENTRE EL 2017 - 2021

DEDICATORIA

A mis padres Hugo y Lucía por ser el vivo ejemplo de que el amor es fuerza, comprensión y lucha de la mano del Señor; a mi hermano Hugo y mi cuñada Sarahi, el regalo más grande que el Señor me ha dado, por todo el amor que me dan día a día y por ser mis mejores amigos que me apoyan y alientan en todo momento.

DETERMINACIÓN DEL ICA EN CUERPOS HÍDRICOS DEL CANTÓN RUMIÑAHUI, EN UN PERIODO COMPRENDIDO ENTRE EL 2017 - 2021

AGRADECIMIENTO

Al Señor, por abrir las puertas necesarias para volver a estudiar y afianzar mis conocimientos teóricos en un tema fascinante como lo es el medio ambiente, que me permite poner en práctica en mi día a día no solo en mi vida personal sino también laboral.

A mis padres y hermano, por su confianza y amor, y sus oraciones porque es lo que me ha sostenido a lo largo de mi vida.

A mis tíos y primos, porque durante este tiempo me han apoyado siempre que lo he necesitado.

A mis profesores de la Maestría, porque todos sus conocimientos entregados en sus clases, han sido un pilar fundamental en estos tiempos para entender con mayor razón la importancia de luchar por mejorar nuestro entorno como responsables que somos de cuidar el medio ambiente.

A mi directora de tesis, Ing. Katy por su paciencia, apoyo, conocimientos y apoyo no solo durante las materias impartidas, sino también durante el desarrollo de este trabajo de investigación, gracias por todo.

DETERMINACIÓN DEL ICA EN CUERPOS HÍDRICOS DEL CANTÓN RUMIÑAHUI, EN UN PERIODO COMPRENDIDO ENTRE EL 2017 - 2021

RESUMEN

Dentro de este trabajo se realizó un estudio comparativo de dos metodologías utilizadas para conocer la contaminación del río San Nicolás, ubicado en la parroquia de Sangolquí, cantón Rumiñahui, en un tramo del río previamente determinado, a través del análisis del Índice de Calidad de Agua como un mecanismo de caracterización general de la calidad del agua del río, y el Índice de Contaminación considerando los límites máximos permisibles que determina la Normativa Ambiental vigente en el Ecuador, Acuerdo Ministerial 097-A, Registro Oficial 387 de 04 de noviembre de 2015, para lo cual se analizaron cuatro puntos distribuidos a lo largo de la cuenca hídrica antes mencionada.

Los resultados obtenidos permitieron comparar las metodologías utilizadas y determinar que, ambos métodos reflejaron una mala calidad del agua en el tramo del río analizado, que se mantuvo en el período comprendido entre el año 2017 al año 2021; sin embargo, del análisis realizado de manera individual a cada punto monitoreado, se determinó que, el punto más alejado del sector urbano, es decir, el punto denominado “Hacienda San Agustín”, mantuvo una media calidad de agua, considerando que se encuentra en una zona principalmente agrícola donde no hay mayor intervención humana (descargas líquidas).

Subiendo a lo largo del río San Nicolás, con las metodologías utilizadas, se pudo determinar que, en el punto de análisis denominado “Puente Turucucho”, el agua sigue siendo de media calidad, considerando que, en el año 2019, debido al incremento de las actividades humanas ya que esta zona se encuentra poblada y cerca de una alta cantidad de mecánicas, parámetros como los TPH (Hidrocarburos Totales de Petróleo), Oxígeno Disuelto y Coliformes Totales incidieron notablemente en la calidad del agua, con ambas metodologías se vio reflejada esta ocurrencia ya que los resultados permitieron determinar una mala calidad de agua en este año.

DETERMINACIÓN DEL ICA EN CUERPOS HÍDRICOS DEL CANTÓN RUMIÑAHUI, EN UN PERIODO COMPRENDIDO ENTRE EL 2017 - 2021

Finalmente, en el punto denominado “Calle Cerro Hermoso” y “Aguas arriba del río Cachaco”, con ambas metodologías se pudo determinar que el agua es de mala calidad, considerando que ambos puntos se encuentran totalmente dentro de la zona urbana del cantón, rodeados en su totalidad de viviendas y actividades económicas entre ellas principalmente mecánicas, florícolas, industrias y actividades de faenamiento, por tal razón, se mantiene un incumplimiento de los parámetros Aceites y Grasas, Tensoactivos, Demanda Química de Oxígeno, Demanda Bioquímica de Oxígeno, Oxígeno disuelto y TPH (Hidrocarburos Totales de Petróleo).

Palabras claves: *agua superficial, calidad de agua, índice de calidad de agua, parámetros físico – químicos, parámetros microbiológicos, contaminación acuática.*

DETERMINACIÓN DEL ICA EN CUERPOS HÍDRICOS DEL CANTÓN RUMIÑAHUI, EN UN PERIODO COMPRENDIDO ENTRE EL 2017 - 2021

ABSTRACT

Within this work, a comparative study of two methodologies used to determine the contamination of the San Nicolas river, located in the parish of Sangolquí, Rumiñahui canton, in a previously determined section of the river, was carried out, through the analysis of the Water Quality Index, as a general characterization mechanism of the river water quality, and the Pollution Index considering the maximum permissible limits determined by the Environmental Regulations in force in Ecuador, Ministerial Agreement 097-A, Official Register 387 of November 04, 2015, for which four points distributed throughout the aforementioned water basin were analyzed.

The results obtained made it possible to compare the methodologies used and determine that both methods reflected poor water quality in the section of the river analyzed, which was maintained in the period between 2017 and 2021; however, from the analysis carried out individually at each monitored point, it was determined that the point furthest from the urban sector, that is, the point called "Hacienda San Agustin", maintained an average water quality, considering that it is in a mainly agricultural area where there is no major human intervention (liquid discharges)

Going up along the San Nicolas river, with the methodologies used, it was possible to determine that, at the analysis point called "Puente Turucucho", the water continues to be of medium quality, considering that, in 2019, due to the increase in human activities since this area is populated and close to a high number of mechanics, parameters such as TPH (Total Petroleum Hydrocarbons), Dissolved Oxygen and Total Coliforms had a notable impact on water quality, with both methodologies this was reflected occurrence since the results allowed to determine a poor quality of water in this year.

Finally, at the point called "Cerro Hermoso Street" and "Waters above the Cachaco River", with both methodologies it was possible to determine that the water is of poor quality, considering that both points are completely within the urban area of the

DETERMINACIÓN DEL ICA EN CUERPOS HÍDRICOS DEL CANTÓN RUMIÑAHUI, EN UN PERIODO COMPRENDIDO ENTRE EL 2017 - 2021

canton, surrounded by in its entirety of housing and economic activities, including mainly mechanical, floriculture, industries and slaughter activities, for this reason, there is a non-compliance with the parameters Oils and Fats, Surfactants, Chemical Oxygen Demand, Biochemical Oxygen Demand, Dissolved Oxygen and TPH (Total Petroleum Hydrocarbons).

Keywords: *surface water, water quality, water quality index, physical-chemical parameters, microbiological parameters, aquatic contamination.*

DETERMINACIÓN DEL ICA EN CUERPOS HÍDRICOS DEL CANTÓN RUMIÑAHUI, EN UN PERIODO COMPRENDIDO ENTRE EL 2017 - 2021

1. INTRODUCCIÓN

El agua es una sustancia incolora, inodora e insípida, compuesta por dos átomos de hidrógeno y un átomo de oxígeno (H₂O), que se puede encontrar en estado sólido (hielo), gaseoso (vapor) y líquido (agua), y cuyas propiedades físicas y químicas son muy importantes para la supervivencia de los ecosistemas, en los organismos y en las actividades del ser humano. (Valdivielso, s.f.).

Además, es un recurso natural renovable muy importante en varios aspectos, entre ellos el científico, económico y social, cuya alteración ya sea por agentes endógenos o exógenos (erupciones volcánicas, terremotos, inundaciones, etc.) o por la contaminación, ha ocasionado cambios en sus características básicas, afectando de este modo la biodiversidad y disminuyendo las fuentes de abastecimiento de los seres vivos. (Ríos, s.f.)

El agua que cubre aproximadamente el 71% de la superficie terrestre y proviene en su mayoría de los ríos que fluyen desde un lugar elevado a otro más bajo, y en su mayoría se conectan con las fuentes marinas, lagos (agua superficial) y en lagunas ocasiones son filtrados por la tierra o se evaporan en la atmósfera (agua subterránea). (Ríos, s.f.)

Por esta razón, los ríos son una de las más importantes fuentes de suministro de agua, tanto para el uso agrícola y producción, como para preservar la vida alrededor de los seres humanos y de la naturaleza que nos rodea, considerando que, únicamente el 3% del agua que hay en el mundo es apta para el consumo humano (Contreras, 2008)

Sin embargo, a través de los años, los ríos se han visto afectados gravemente por la contaminación acelerada a la que se han enfrentado debido al precipitado crecimiento poblacional que ha incitado a usar en mayor cantidad el agua en la producción y a la vez, se ha convertido en punto de descarga de los desechos generados por las actividades humanas de los hogares y por las industrias.

Esto ha hecho que se vean afectados los ecosistemas que se encuentran a lo largo de su curso y también, el agua contaminada afecta a los suelos y por ende a las plantas

DETERMINACIÓN DEL ICA EN CUERPOS HÍDRICOS DEL CANTÓN RUMIÑAHUI, EN UN PERIODO COMPRENDIDO ENTRE EL 2017 - 2021

ya que, al ser filtrada por la tierra, se convierte también en fuente de nutrición de las plantas que se encuentren alrededor de los ríos y a su vez, las plantas al ser consumidas por los animales y seres humanos su contaminación afecta a toda fuente de vida.

Es necesario indicar que, el agua de los ríos es muy importante para los ecosistemas, ya que su agua dulce permite la existencia de vida de plantas, insectos y forma parte fundamental de las cadenas tróficas. Por esta razón, es necesario considerar el cuidado que requieren los ríos para no alterar su régimen natural, ya que se puede acabar con el ecosistema de la zona por una sobre explotación del recurso o por la contaminación del mismo.

Se debe indicar, además, que el agua de los ríos también es una fuente de abastecimiento principal para los seres humanos, y es preocupante saber que, según un informe presentado por la Organización Mundial de la Salud (OMS) en julio 2021, *“miles de millones de personas de todo el mundo se quedarán sin acceso a servicios de agua potable, saneamiento e higiene en el hogar gestionados de manera segura antes 2030 a menos que el índice de progreso se multiplique por cuatro”*, entendiéndose como índice de progreso al indicador que hace una valoración más completa del bienestar de las personas en una sociedad, a partir de diferentes variables sociales, culturales y ambientales (Padilla, 2021), siendo una de las principales razones para el desabastecimiento del agua su contaminación y mal aprovechamiento.

En la actualidad, todavía existen muchos poblados que no tienen acceso al agua potable y recurrir al agua superficial se constituye un riesgo al estar está contaminada (contaminación acuática), ya que se convierte en un vehículo de transmisión de muchas enfermedades que pueden afectar directa o indirectamente a los seres humanos ya sea por la ingesta directa, a través del consumo de animales acuáticos o a través de plantas que absorben los nutrientes y microorganismos del agua y luego son usados también para consumo humano. (Contreras, 2008), entendiéndose por contaminación acuática, a la acción y el efecto de incorporar materias o formas de energía o inducir condiciones en el sistema acuático que, de modo directo o indirecto, generan una alteración perjudicial

DETERMINACIÓN DEL ICA EN CUERPOS HÍDRICOS DEL CANTÓN RUMIÑAHUI, EN UN PERIODO COMPRENDIDO ENTRE EL 2017 - 2021

de su calidad con respecto a los usos posteriores o a su función ecológica. (Monitoreo de aguas urbanas, 2018)

Otro tipo de contaminación que afecta gravemente las propiedades naturales del agua y por lo tanto altera su calidad, es la contaminación difusa, la misma que se produce por actividades agrícolas, mineras, urbanísticas, turismo entre otras, debido al arrastre de desechos sólidos como plásticos, madera, materia orgánica, sólidos sedimentados, metales, a lo largo de las cuencas hídricas, principalmente en épocas de lluvia y generalmente ocurre en zonas donde el río se encuentra cerca de poblados mayormente urbanizados. (Monitoreo de aguas urbanas, 2018)

En el Ecuador, por ser un país privilegiado debido a su ubicación geográfica y su variedad de climas, cuenta con una gran riqueza natural, distribuida en su biodiversidad, flora y fauna y la riqueza de sus suelos.

Es así que cuenta, aproximadamente, con 200 ríos y arroyos que nacen en la Cordillera de los Andes y llegan hasta la zona oeste, específicamente al océano Pacífico, y en la parte este hacia el río Amazonas (forosecuador.com, 2019). De este número de ríos, ocho atraviesan el cantón Rumiñahui como se puede apreciar en la **Tabla 1**, siendo importante mencionar además que, el cantón cuenta con hermosas cascadas que deben ser visitadas, entre las cuales podemos mencionar Cóndor Machay, Cascada del Pita, Padre Urco, Rumibosque y Velo de Novia (Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2020 -2025, 2020)

Tabla 1. Ríos del cantón Rumiñahui

Nombre	Longitud (km)
Río Pita	0,123
Río San Pedro	6,64
Río San Nicolás	16,88
Río Capelo	2,51
Río Santa Clara	21,71
Río El Salto	1,46

DETERMINACIÓN DEL ICA EN CUERPOS HÍDRICOS DEL CANTÓN RUMIÑAHUI, EN UN PERIODO COMPRENDIDO ENTRE EL 2017 - 2021

Río Zambache	16,33
Río Guapal	0,05

Autor: Lucía Vannesa Suárez Bastidas

Fuente: PDyOT cantón Rumiñahui 2020 -2025

Dentro de los ríos que atraviesan el cantón Rumiñahui, el río San Nicolás es uno de los más grandes, con una longitud aproximada de 16.88 km que nace a los 2.650 m.sn.m. en la unión de las Quebradas Pullicante y San Agustín, y se dirige al norte atravesando varios barrios del cantón: Barrio Curipungo, Barrio Mushuñan, Barrio Inchalillo Larcos, Barrio Turucucho, Urb. Mutualista Benalcázar sector I, Conjunto Habitacional Setz Hause, Urb. Molinos de Viento, Terrenos Quinta Carrizal, Urb. los Cisnes, Santa Rosa Etapa II, Barrio San Nicolás, Urbanización La Serrana, Urbanización El Oasis, Conjunto Residencial El Oasis, Conjunto Habitacional Terracota, donde se convierte en afluente del Río Cachaco. (Guerra Zambrano, 2009)

Debido al acelerado crecimiento poblacional, y por ende la expansión de actividades económicas en la zona, se ha incrementado a lo largo de los años la descarga de aguas servidas tanto residenciales como industriales, así como también el depósito de desechos sólidos en las riberas del río San Nicolás, lo que, ha resultado en una alta contaminación del agua afectando directamente a su calidad y por ende desapareciendo la biodiversidad que en su momento pudo haber estado a su alrededor y afectando también y de manera directa, a la población. (Guerra Zambrano, 2009)

En tal virtud, es importante analizar metodologías para la determinación de la calidad del agua del río San Nicolás, con la finalidad de conocer las posibles causas o factores determinantes del cambio de sus características físico – químicas para plantear y en su momento poder desarrollar, medidas de mitigación, control y recuperación.

1.1. Calidad de Agua

Es el conjunto de características físicas, químicas y biológicas del agua, y se define de acuerdo a su uso potencial comparando sus características con valores estándares que

DETERMINACIÓN DEL ICA EN CUERPOS HÍDRICOS DEL CANTÓN RUMIÑAHUI, EN UN PERIODO COMPRENDIDO ENTRE EL 2017 - 2021

se consideran requisitos para asegurar su uso correcto. (Monitoreo de aguas urbanas, 2018)

Se considera que el agua es de buena calidad cuando es salubre y limpia, es decir, no contiene agentes patógenos ni contaminantes a niveles capaces de afectar adversamente la salud de quienes la consumen. (Mancheno Domínguez & Jaramillo Sánchez, 2015)

1.2. Indicadores físico - químicos

Un indicador físico - químico podría definirse como *“una medida directa o indirecta de la calidad ambiental que se puede usar para evaluar el estado y las tendencias en la capacidad del medio ambiente para apoyar la salud humana y ecológica”* (Loné, 2016).

Además, de acuerdo con la OECD (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos), los indicadores ambientales tienen dos funciones principales:

1. Reducen el número de mediciones y los parámetros que normalmente se requieran para hacer una representación exacta de una situación y
2. Simplifican el proceso de comunicación de los resultados de la medición (Castro, Almeida, Ferrer, & Díaz, 2014).

Los indicadores ofrecen una visión de las condiciones y presiones ambientales y respuestas de la sociedad o gobierno, son sencillos, fáciles de interpretar y capaces de mostrar las tendencias temporales, responden a cambios en el ambiente y las actividades humanas relacionadas, proporcionan una base para las comparaciones internacionales y son aplicables a escala nacional o regional. Todas estas características hacen que sean útiles para monitorear las condiciones en las que se encuentran los ecosistemas acuáticos. (Loné, 2016)

Por lo tanto, la evaluación de los indicadores físico - químicos en el agua permite conocer de forma individual o grupal, la calidad de los diferentes tipos de agua, y obtener importante información que permita analizar las propiedades de este elemento y de ser el caso, posibles causas de contaminación para poder buscar medidas de remediación.

DETERMINACIÓN DEL ICA EN CUERPOS HÍDRICOS DEL CANTÓN RUMIÑAHUI, EN UN PERIODO COMPRENDIDO ENTRE EL 2017 - 2021

La ventaja de los métodos físico-químicos se basa en que sus análisis suelen ser más rápidos y pueden ser monitoreados con mayor frecuencia, en comparación con los métodos biológicos, basados en la observación y medición de ciertas comunidades de seres vivos en las aguas; además, la elección de las especies debe ser cuidadosa ya que de esta depende la evaluación de la calidad del recurso, que generalmente solo se realiza para un uso determinado, a diferencia de las físico-químicas, que permiten una evaluación para diferentes tipos de uso. (Samboni Ruiz, Carvajal Escobar, & Escobar, 2017)

Respecto a los indicadores de calidad específicamente, estos están vinculados con el uso que se le dé al agua, y puede ser medida utilizando indicadores que son un reflejo de la manifestación de una cualidad o propiedad del objeto de evaluación, en este caso el agua., pudiendo ser físicos, químicos y biológicos. **Tabla 2.**

Tabla 2. Indicadores de calidad de agua

Indicadores físicos	Indicadores químicos	Indicadores biológicos
Turbidez	pH	Métodos ecológicos
Sólidos en suspensión	Dureza	Métodos microbiológicos
Color	Oxígeno disuelto	Métodos fisiológicos y bioquímicos
Olor y sabor	DQO	Métodos eco toxicológicos
Temperatura	DBO	
Conductividad	Nutrientes	
	Plaguicidas	
	Materiales pesados	

Elaborado por: Lucía Vannesa Suárez Bastidas

Fuente: (Fernández Cirelli & Volpedo, s.f.)

1.3. Índice de calidad

El índice de calidad es un número adimensional obtenido de la relación que existe entre la concentración de los contaminantes contenidos en la muestra y la concentración máxima admitida por la normativa ambiental aplicable (Coral, K., 2019), cuyas características básicas son las siguientes (Carrillo Alvarado & Urgilés Calle, 2016):

DETERMINACIÓN DEL ICA EN CUERPOS HÍDRICOS DEL CANTÓN RUMIÑAHUI, EN UN PERIODO COMPRENDIDO ENTRE EL 2017 - 2021

- Poseen la capacidad de resumir y simplificar datos complejos
- Pueden incluirse en modelos para la toma de decisiones
- Son entendibles para el público, los medios y los usuarios
- Representan una parte o un aspecto particular del problema
- Deben ser interpretados con precaución, en forma crítica y ser actualizados periódicamente.

1.4. Índice de Calidad de Agua

Es una expresión simple, que resulta de la combinación de un número o ponderación asignado a varios parámetros, los cuales definen la aptitud del cuerpo de agua respecto a los usos que el mismo podría tener, y puede ser representado por un número, rango, descripción verbal, un símbolo o un color. (Mancheno Domínguez & Jaramillo Sánchez, 2015).

Su ventaja radica en que la información obtenida es de fácil interpretación y permite tener una idea clara y rápida del estado actual de la fuente hídrica por el grado de contaminación analizado.

1.5. Límites máximos permisibles

Es la medida de concentración asignada a una sustancia o parámetro físico, químico y biológico que caracteriza a un efluente o una emisión, determinada bajo norma por la Autoridad Ambiental Nacional, que permite establecer si la concentración de un parámetro medido en campo o analizado luego de realizado el monitoreo, se encuentra contaminando el medio físico que lo rodea.

Actualmente en el país se tiene vigente el Acuerdo Ministerial 097-A, Registro Oficial No. 387 de fecha 04 de noviembre de 2015, Anexo 1 del libro VI del Texto Unificado de Legislación Secundaria del Ministerio del Ambiente, el cual contiene la Norma de Calidad Ambiental y de Descarga de Efluentes al Recurso Agua, donde se puede encontrar las tablas de comparación de los parámetros que se analizan respecto al límite máximo permisible ecuatoriano, tomando en cuenta sus diferentes usos.

DETERMINACIÓN DEL ICA EN CUERPOS HÍDRICOS DEL CANTÓN RUMIÑAHUI, EN UN PERIODO COMPRENDIDO ENTRE EL 2017 - 2021

2. METODOLOGÍA

Para la recopilación de datos físico – químicos y microbiológicos, se utilizó los resultados de los monitoreos realizados por el laboratorio acreditado ALS, que cuenta con Certificado de Acreditación SAE No. OAE LE 2C 05-005 correspondiente a los años 2017, 2018, 2019 y 2021, en los meses de abril, junio, agosto y octubre en 4 puntos ubicados a lo largo del río San Nicolás:

- Hacienda San Agustín
- Puente Turucucho
- Calle Cerro Hermoso
- Aguas arriba del río Cachaco

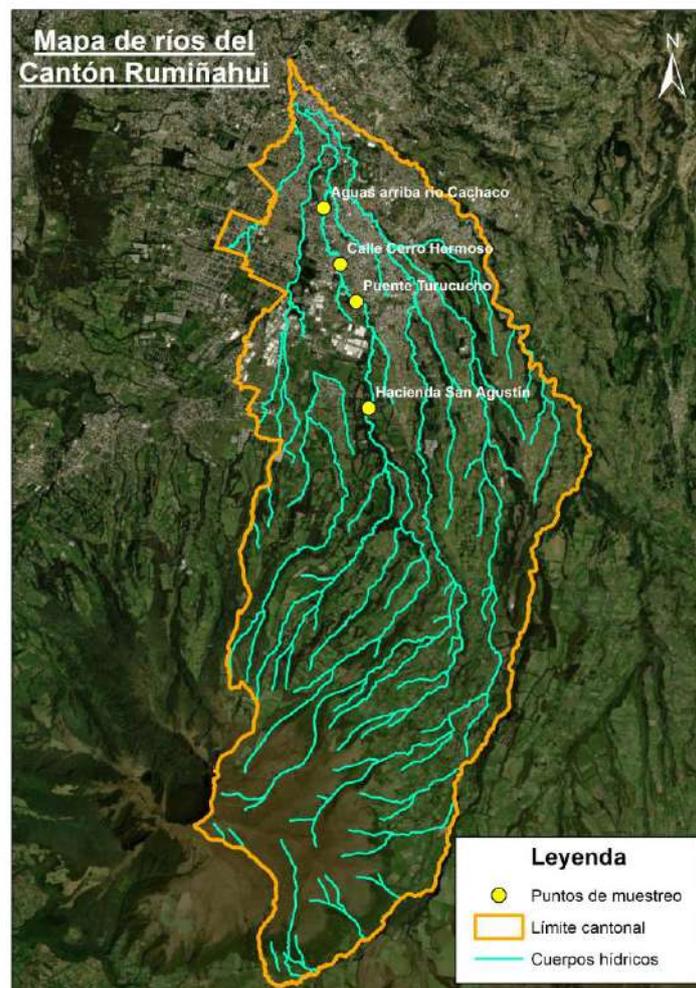


Ilustración 1. Mapa de ríos del cantón Rumiñahui
Elaborado por: Lucía Vannesa Suárez Bastidas

DETERMINACIÓN DEL ICA EN CUERPOS HÍDRICOS DEL CANTÓN RUMIÑAHUI, EN UN PERIODO COMPRENDIDO ENTRE EL 2017 - 2021

Estos datos fueron proporcionados por la Dirección de Protección Ambiental del GAD municipal de Rumiñahui, quien están a cargo del monitoreo de aguas, como parte del Plan de Acción No. 3 y Proyecto Prioritario No. 2. (Vigilancia de la Calidad de Agua), Sexto Proyecto prioritario: *“Coordinación para el desarrollo y ejecución del Plan de manejo ambiental integral de la cuenca hidrográfica del Río Guayllabamba y recuperación del ríos Pita, San Pedro y Santa Clara”*, y al Plan de Acción No. 5, Proyecto Prioritario No. 5 que establece como meta *“Que el Municipio de Rumiñahui a través de la Dirección de Protección Ambiental tenga la capacidad de generar indicadores de gestión para tomar decisiones basadas en información científica y técnica de calidad, desarrollada con criterios de interrelación en el espacio y el tiempo”*.

Dichos puntos de monitoreo fueron tomando considerando la confluencia de quebradas o riachuelos y las características propias del sitio (descargas líquidas residuales y/o domésticas, actividades agropecuarias, actividades productivas, entre otras), identificando de esta manera las siguientes características:

Tabla 3. Características de los puntos de monitoreo del río San Nicolás

Nombre del Punto	Características	Coordenadas	
Hacienda San Agustín	Punto ubicado en el puente que une al barrio Salgado (parroquia urbana de Sangolquí) con la parroquia rural de Cotogchoa, donde se accede desde la calle Inés Gangotena. Se observa que es un área con alta vegetación y pastizales, y forma parte de haciendas que mantienen actividades ganaderas, donde existe gran presencia de residuos sólidos arrojados en el cauce del río.	784426	9958815
Puente Turucucho	Punto ubicado en el Puente Turucucho, donde se observan descargas líquidas de origen doméstico antes y después del punto de muestreo, además de presencia de residuos sólidos arrojados en el cauce del río.	784109	9961571
Calle Cerro Hermoso	Punto ubicado en la calle Cerro Hermoso, a donde se ingresa desde la calle Enrique Tello. El punto de monitoreo se encuentra ubicado aguas debajo de descargas domésticas e industriales.	783700	9962535

DETERMINACIÓN DEL ICA EN CUERPOS HÍDRICOS DEL CANTÓN RUMIÑAHUI, EN UN PERIODO COMPRENDIDO ENTRE EL 2017 - 2021

Aguas arriba del río Cachaco	Punto ubicado en el establecimiento EL Varadero, en la calle Venezuela, aguas arriba de la confluencia del río San Nicolás con el Tinajillas-Cachaco, donde se observa la presencia de residuos vegetales sólidos sobre el cauce del río.	783276	9963986
------------------------------	---	--------	---------

Elaborado por: Lucía Vannesa Suárez Bastidas

Para la determinación de las características de las zonas donde se encuentran ubicados los puntos de monitoreo, se realizó el acompañamiento a los técnicos del laboratorio acreditado ALS en los muestreos realizados en el año 2021, pudiendo observar el estado del río y cuyas fotografías se encuentran en el ANEXO 1.

2.1. Índice de Calidad de Agua

Para la determinación del índice de calidad de agua (ICA-NSF), se utilizó la metodología desarrollada por Brown en 1970 (Brown, McClelland, & Deininger & Ronald, s.f.), y que fue desarrollada por la Fundación de Sanidad Nacional de EE.UU (NSF) como sistema para comparar ríos, para lo cual se realizó un promedio aritmético de 9 variables a través de la siguiente ecuación, tomando en cuenta que, para cada parámetro desarrollado se le asignó un factor ponderado, detallado en la **Tabla 2**.

Ecuación 1. Cálculo del ICA

$$ICA = \sum_{i=1}^9 w_i * Q_i$$

Donde:

ICA = índice de calidad de agua

w_i = factor de importancia o ponderación de la variable *i* respecto a las restantes variables que conforman el índice

Q_i = factor de escala de la variable, que depende de la magnitud de la variable y es independiente de las restantes

i = variable o parámetro considerado

DETERMINACIÓN DEL ICA EN CUERPOS HÍDRICOS DEL CANTÓN RUMIÑAHUI, EN UN PERIODO COMPRENDIDO ENTRE EL 2017 - 2021

Tabla 4. Parámetros utilizados en la determinación del ICA y parámetros de ponderación

Parámetro	Unidad	Factor w_i	Importancia
Oxígeno disuelto	% sat	0,17	Condiciones críticas para la vida acuática
Coliformes fecales	mg/L	0,16	Contaminación fecal, limitante para aguas de consumo humano
pH	U pH	0,11	Condiciones para la vida acuática y agua potable
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	0,11	Materia orgánica biodegradable, limitante para aguas de consumo humano
Nitratos	mg/L	0,10	Determinar niveles de eutrofización y riesgos de consumo
Fosfatos	mg/L	0,10	Determinar niveles de eutrofización
Temperatura	°C	0,10	Crítico para la vida acuática y consumo humano
Turbidez	NTU	0,08	Limitante para aguas de consumo humano
Sólidos disueltos totales	mg/L	0,07	Limitante para aguas de consumo humano

Elaborado por: Lucía Vannesa Suárez Bastidas

Fuente: Avances en recursos hidráulicos, (Jiménez J & Vélez O, 2006)

Fuente: (Carrillo Alvarado & Urgilés Calle, 2016)

Los parámetros utilizados para el desarrollo de esta metodología, fueron considerados en razón de la importancia e incidencia de los mismos en la calidad de agua, como se detalla a continuación:

Oxígeno disuelto. - es la medida de la cantidad de oxígeno disuelto en un cuerpo de agua como una indicación del grado de salud del agua y su capacidad de soportar un ecosistema acuático equilibrado. (Fundamentos del oxígeno disuelto, 2022). Generalmente, un nivel más alto de oxígeno disuelto indica agua de mejor calidad. Si los niveles de oxígeno disuelto son demasiado bajos, los organismos no pueden sobrevivir. (Guerra Zambrano, 2009)

DETERMINACIÓN DEL ICA EN CUERPOS HÍDRICOS DEL CANTÓN RUMIÑAHUI, EN UN PERIODO COMPRENDIDO ENTRE EL 2017 - 2021

Coliformes fecales. - son considerados importantes indicadores de contaminación por organismos patógenos en el agua, principalmente en aguas de consumo humano. (Coral Carillo, 2013)

pH. - es un parámetro que permite conocer la acidez del agua. *“Las especies acuáticas son especialmente sensibles a los cambios bruscos de pH, por lo que su control es indispensable para mantener los ecosistemas, de tal manera que, aun cumpliendo la Legislación ambiental, el evacuar efluentes con un pH diferente al natural del cauce receptor, puede causar daños irreparables al medio acuático”.* (Coral Carillo, 2013)

Demanda Bioquímica de Oxígeno. - Es un análisis que permite determinar la cantidad de oxígeno requerida para la degradación de la materia orgánica en las aguas municipales, industriales y en general residuales. (Métodos, Análisis de Aguas, Determinación del DBO5, 2022). Su aplicación permite calcular los efectos de las descargas domésticas e industriales sobre la calidad de las aguas de los cuerpos receptores. (Guerra Zambrano, 2009)

Nitratos. - son considerados nutrientes para el crecimiento de algas y consecuentemente causantes de los procesos de eutrofización en Lagos y Lagunas. (Coral Carillo, 2013)

Fosfatos. - están presentes generalmente en fertilizantes, detergentes, productos de limpieza y excrementos; los compuestos del fósforo forman parte de los nutrientes de las plantas y permiten el crecimiento de algas en aguas superficiales, produciéndose la eutrofización. (Cattaneo & López Sardi, 2013)

Temperatura. - es una medida de energía cinética media de las moléculas de agua, que afecta a la química del agua y las funciones de los organismos acuáticos, ya que influye en: la cantidad de oxígeno que se pueda disolver en el agua, la velocidad de fotosíntesis de las plantas acuáticas, la velocidad metabólica de los organismos, la sensibilidad de organismos a desechos tóxicos, parásitos y enfermedades, las épocas de reproducción, migración y estivación de organismos acuáticos. (Folleto Informativo Temperatura, s.f.)

DETERMINACIÓN DEL ICA EN CUERPOS HÍDRICOS DEL CANTÓN RUMIÑAHUI, EN UN PERIODO COMPRENDIDO ENTRE EL 2017 - 2021

Turbidez. - Se denomina así a la falta de transparencia del agua debido a la presencia de material en suspensión. Este material puede ser de distintos orígenes: plancton o fitoplancton, sedimentos erosivos, suspensión de partículas del fondo o descarga de efluentes. (Cattaneo & López Sardi, 2013). Se debe a la arcilla, al lodo, a las partículas orgánicas, a los organismos microscópicos y a cuerpos similares que se encuentran suspendidos en el agua. (Guerra Zambrano, 2009)

Cuando la turbidez es mayor a 20 UTN sobrepasa los límites permisibles, se determina que en las aguas existe gran cantidad de partículas en suspensión. (Guerra Zambrano, 2009)

Sólidos Disueltos Totales. – es un valor que permite medir la concentración de minerales, sales, cloruros, metales, compuestos orgánicos y contaminantes en el agua y es un buen indicador de la calidad del agua. También es considerado como clasificado como un contaminante secundario por la Agencia de Protección Ambiental de los EU (USEPA) y se sugiere un máximo de 500 mg/L. (Sigler & Bauder, s.f.).

Utilizando las curvas o funciones de calidad desarrolladas por Brown en 1970, las cuales se presentan en el ANEXO 2, las mismas que se encuentran relacionadas con una escala adimensional, se trabajó con las ecuaciones propuestas por Jiménez y Vélez (Jiménez J & Vélez O, 2006), para el cálculo de cada factor de escala de la siguiente manera:

Ecuación 2. % Saturación de Oxígeno

$$Q_{OD\%} = (3,1615E^{-8}) *(OD\%)^5 - (1,0304E^{-05}) *(OD\%)^4 + (1,0076E^{-03}) *(OD\%)^3 - (2,7883E^{-02}) *(OD\%)^2 + (8,4068E^{-01}) *(OD\%) - (1,6120E^{-01})$$

Condición: para $OD\% > 140$, $Q_{OD\%} = 50$

Ecuación 3. Coliformes fecales

$$\ln(Q_{coli}) = -0,0152 *(lnC)^2 - 0,1063 *(lnC) + 4,5922$$

Condición: para $CF > 100.000$, $Q_{col} = 3$

DETERMINACIÓN DEL ICA EN CUERPOS HÍDRICOS DEL CANTÓN RUMIÑAHUI, EN UN PERIODO COMPRENDIDO ENTRE EL 2017 - 2021

Ecuación 4. pH

$$Q_{pH} = -1,11429 * pH^4 + 44,50952 * pH^3 - 656,60000 * pH^2 + 4215,34762 * pH - 9840,14286$$

Condición: para $pH < 2$, $Q_{pH} = 2$

Para $pH > 12$, $Q_{pH} = 3$

Ecuación 5. Demanda Bioquímica de Oxígeno

$$Q_{DBO} = 1,8677E^{-4} *(DBO)^4 - 1,6615E^{-2} *(DBO)^3 + 5,9636E^{-1} *(DBO)^2 - 1,1152E^1 *(DBO) + 1,0019E^2$$

Condición: para $DBO > 30$, $Q_{DBO} = 2$

Ecuación 6. Nitratos

$$Q_N = 3,5603E^{-9} *(N)^6 - 1,2183E^{-6} *(N)^5 + 1,6238E^{-4} *(N)^4 - 1,0693E^{-2} *(N)^3 + 3,7304E^{-1} *(N)^2 - 7,5210 *(N) + 1,0095E^2$$

Condición: para $N > 100$, $Q_N = 1$

Ecuación 7. Fosfatos

$$Q_P = 4,67320E^{-3} *(P)^6 - 1,61670E^{-1} *(P)^5 + 2,20595 *(P)^4 - 1,50504E^1 *(P)^3 + 5,38893E^1 *(P)^2 - 9,98933E^1 *(P) + 9,98311E^1$$

Condición: para $P > 10$, $Q_P = 1$

Ecuación 8. Temperatura

$$Q_{\Delta T} = 1,9619E^{-6} *\Delta T^6 - 1,3964E^{-4} *\Delta T^5 + 2,5908E^{-3} *\Delta T^4 + 1,5398E^{-2} *\Delta T^3 - 6,7952E^{-1} *\Delta T^2 - 6,7204E^{-1} *\Delta T + 9,0392E^1$$

Condición: para $\Delta T > -5$, $Q_{\Delta T} = \infty$

Para $\Delta T > 15$, $Q_{\Delta T} = 9$

Ecuación 9. Turbidez

$$Q_T = 1,8939E^{-6} *(T)^4 - 4,9942E^{-4} *(T)^3 + 4,9181E^{-2} *(T)^2 - 2,9284 *(T) + 9,8098E^1$$

Condición: para $T > 100$, $Q_T = 5$

DETERMINACIÓN DEL ICA EN CUERPOS HÍDRICOS DEL CANTÓN RUMIÑAHUI, EN UN PERIODO COMPRENDIDO ENTRE EL 2017 - 2021

Ecuación 10. Sólidos Disueltos Totales

$$Q_{ST} = -4,4289E^{-9} *(ST)^4 + 4,650E^{-6} *(ST)^3 - 1,9591E^{-3} *(ST)^2 + 1,8973E^{-1} *(ST) + 8,0608E^1$$

Condición: para $ST > 500$, $Q_{ST} = 32$

Posteriormente, con los datos obtenidos de esta metodología, se evaluó las condiciones determinadas como óptimas, en una escala del 0 – 100, donde el 0 represente una pésima condición del agua en un punto o sector determinado y el 100 representa una condición del agua excelente para el desarrollo de la vida acuática y el contacto humano, tal como se observa en la **Tabla 5**.

Tabla 5. Calidad del agua asociada al valor del ICA (Escala de clasificación del ICA-NSF)

CALIDAD DE AGUA	COLOR	VALOR	CRITERIO
Excelente		91-100	Alta diversidad de vida acuática, y conveniente para todas las formas de contacto con ella
Buena		71-90	Menos diversidad de organismos acuáticos y mayor frecuencia de crecimiento de algas
Media		51-70	Apoya una diversidad baja de la vida acuática y están experimentando probablemente problemas con la contaminación.
Mala		26-50	Apoya una diversidad baja de la vida acuática y están experimentando probablemente problemas con la contaminación
Muy mala (pésima)		0-25	Apoya un número limitado de las formas acuáticas de la vida, presentan problemas abundantes y normalmente no sería considerado aceptable para las actividades que implican el contacto directo con ella

Elaborado por: Lucía Vannesa Suárez Bastidas

Fuente: (Servicio Nacional de Estudios Territoriales , 2022)

DETERMINACIÓN DEL ICA EN CUERPOS HÍDRICOS DEL CANTÓN RUMIÑAHUI, EN UN PERIODO COMPRENDIDO ENTRE EL 2017 - 2021

2.2. Índice de Calidad

Para la determinación del Índice de Calidad (IC), se evaluó el valor obtenido del monitoreo de cada parámetro considerado, respecto al valor establecido en la normativa ambiental vigente (Acuerdo Ministerial 097-A, Registro Oficial 387 de 04 de noviembre de 2015), ANEXO 1 DEL LIBRO VI DEL TEXTO UNIFICADO DE LEGISLACIÓN SECUNDARIA DEL MINISTERIO DEL AMBIENTE: NORMA DE CALIDAD AMBIENTAL Y DE DESCARGA DE EFLUENTES AL RECURSO AGUA, específicamente la Tabla 2, Tabla 3 y Tabla 6, bajo el criterio de preservación de la vida acuática, uso del agua para actividades de riego y calidad de agua para fines recreativos mediante contacto primario, ya que, al estar el río San Nicolás dentro de la zona urbana del cantón Rumiñahui, sus aguas son usadas muchas veces para actividades agrícolas, actividades domésticas y dentro de la producción (industrias); y este valor obtenido se lo dividió para el número de parámetros considerados. **Tabla 5.**

Tabla 6. Normativa Ambiental vigente de acuerdo al parámetro analizado

Parámetros	Unidad	Criterio de Calidad	Tabla considerada
Aceites y grasas	mg/L	0,3	Tabla 2. Criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuarios
Hidrocarburos totales de petróleo	mg/L	0,5	
Tensoactivos	mg/L	0,5	
Nitritos	mg/L	0,2	
Nitratos	mg/L	13	
Demanda Química de Oxígeno	mg/L	40	
Demanda Bioquímica de Oxígeno	mg/L	20	
Coliformes totales	NMP/100mL	2000	Tabla 6. Criterios de calidad de aguas para fines recreativos mediante contacto primario
Coliformes fecales	NMP/100mL	1000	Tabla 3. Criterios de calidad de agua para riego agrícola
Oxígeno disuelto	mg/L	3	

Elaborado por: Lucía Vannesa Suárez Bastidas

Fuente: (Ambiente, 2015)

DETERMINACIÓN DEL ICA EN CUERPOS HÍDRICOS DEL CANTÓN RUMIÑAHUI, EN UN PERIODO COMPRENDIDO ENTRE EL 2017 - 2021

Los parámetros utilizados para el desarrollo de esta metodología, fueron considerados en razón de la importancia e incidencia de los mismos en la calidad de agua, como se detalla a continuación:

Aceites y grasa. – engloba las grasas animales, aceites, ceras y otros constituyentes presentes en las aguas residuales y su presencia puede afectar el normal desarrollo de la actividad biológica debido a que forman partículas en la superficie, impidiendo un adecuado intercambio de oxígeno entre el agua y el aire, afectando gravemente a la flora y fauna propia del sector. (Jiménez Morales, 2012)

Hidrocarburos totales de petróleo. - son una mezcla de muchos compuestos diferentes, incluyendo gasolineras, aceite derramado sobre el pavimento, y sustancias químicas usadas en el hogar y en el trabajo. (ATDR, 2016), que, al encontrarse en el agua, pueden ser absorbidos por los animales acuáticos, plantas o suelo, provocando enfermedades inclusive la muerte por las sustancias tóxicas que contienen.

Tensoactivos. - están compuestos por moléculas orgánicas grandes, solubles en agua y aceite, que tienen la característica de disminuir y en algunos casos hasta romper la tensión superficial de los líquidos en los que se hallan disueltos. (Jairo Alberto, 2009)

Nitritos. – son indicadores importantes de la calidad del agua, ya que forman parte de la composición del suelo, pero en muchas ocasiones, al formar parte también de fertilizantes que llegan al agua por contaminación difusa, pueden interactuar con los glóbulos rojos de la sangre formando compuestos cancerígenos. (Jairo Alberto, 2009)

Demanda Química de Oxígeno. - es utilizada para medir el oxígeno equivalente a la materia orgánica oxidable químicamente mediante la utilización de un agente químico oxidante fuerte, en un medio ácido y a alta temperatura. (Sevilla, 2022)

Coliformes fecales. - son un subgrupo específico de las bacterias fecales, siendo la más común de este grupo *Escherichia Coli*, tienen la capacidad de crecer a temperaturas elevadas y permiten detectar la existencia de heces en el agua. Son microorganismos capaces de producir enfermedades y están asociados a los vertidos fecales, siendo sus fuentes principales las explotaciones ganaderas, agrícolas y las zonas urbanas. (Carrillo Alvarado & Urgilés Calle, 2016)

DETERMINACIÓN DEL ICA EN CUERPOS HÍDRICOS DEL CANTÓN RUMIÑAHUI, EN UN PERIODO COMPRENDIDO ENTRE EL 2017 - 2021

Posteriormente, se obtuvo la fracción dada del valor del contaminante obtenida sobre el límite máximo permisible de dicho contaminante de acuerdo a la normativa ambiental vigente, se realizó la sumatoria respectiva y se dividió para el número de contaminantes analizados (Coral Carillo, 2013), de acuerdo a la siguiente ecuación:

Ecuación 11. Cálculo del IC

$$IC = \frac{\frac{Ca}{Camáx} + \frac{Cb}{Cbmáx} + \frac{Cc}{Ccmáx} + \dots + \frac{Cn}{Cnmáx}}{n}$$

Donde:

- IC = índice de calidad
- Ca = concentración del contaminante a
- Cb = concentración del contaminante b
- Camáx = límite máximo permisible del contaminante a
- Cbmáx = límite máximo permisible del contaminante b
- n = número de parámetros ponderados

Posteriormente, con los datos obtenidos de esta metodología, se evaluó las condiciones determinadas como óptimas, para lo cual, se estimó rangos que van de > 1 para considerar agua de mala calidad analizando que el valor obtenido del parámetro analizado es mayor que el límite máximo permisible, resultados = 1 considerando agua de regular calidad, y agua de buena calidad para rangos que van de < 1 para valores obtenidos de parámetros analizados son menores que el límite máximo permisible.

Tabla 6.

Tabla 7. Calidad del agua asociada al valor del IC

CALIDAD DE AGUA	COLOR	VALOR
Buena calidad		< 1
Regular calidad		= 1
Mala Calidad		> 1

Elaborado por: Lucía Vannesa Suárez Bastidas

DETERMINACIÓN DEL ICA EN CUERPOS HÍDRICOS DEL CANTÓN RUMIÑAHUI, EN UN PERIODO COMPRENDIDO ENTRE EL 2017 - 2021

3. RESULTADOS

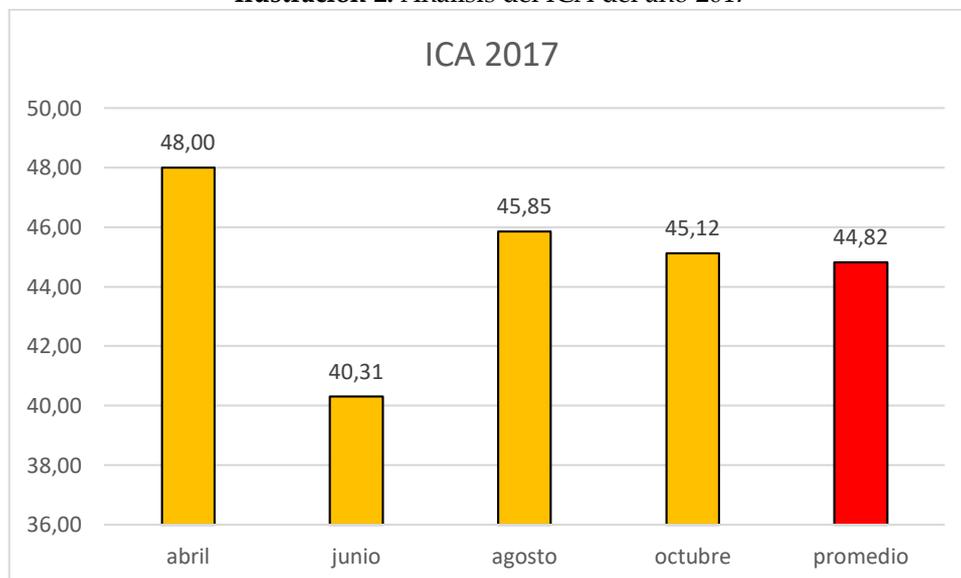
3.1 Análisis de datos

Los datos de los parámetros físico – químicos utilizados en este estudio fueron proporcionados por el laboratorio ALS ECUADOR ALSECU S.A., con acreditación No. SAE LEN 05-005, correspondiente a los monitoreos realizados en el río San Nicolás los años 2017, 2018, 2019 y 2022 en 4 puntos específicos identificados con los siguientes nombres: Hacienda San Agustín, Puente Turucucho, Calle Cerro Hermoso y Aguas arriba río Cachaco. ANEXO 3.

3.2 Índice de Calidad de Agua

Una vez identificadas las ecuaciones a utilizarse para el cálculo del índice de calidad de agua, se procedió a realizar el cálculo del ICA-NSF general, para el año 2017, determinándose que, la calidad del agua en el tramo del río San Nicolás analizado, se encuentra dentro de la categoría **Mala**, dentro del rango de 26 - 50, es decir que, *“Apoya una diversidad baja de la vida acuática y están experimentando probablemente problemas con la contaminación”*, de acuerdo a la **Tabla 5**.

Ilustración 2. Análisis del ICA del año 2017



Elaborado por: Lucía Vannesa Suárez Bastidas

DETERMINACIÓN DEL ICA EN CUERPOS HÍDRICOS DEL CANTÓN RUMIÑAHUI, EN UN PERIODO COMPRENDIDO ENTRE EL 2017 - 2021

Dentro de este análisis, se determinó que, en el punto ubicado en la calle Cerro Hermoso, en el mes de junio estuvo más contaminado que en los otros puntos analizados dentro de los cuatro trimestres.

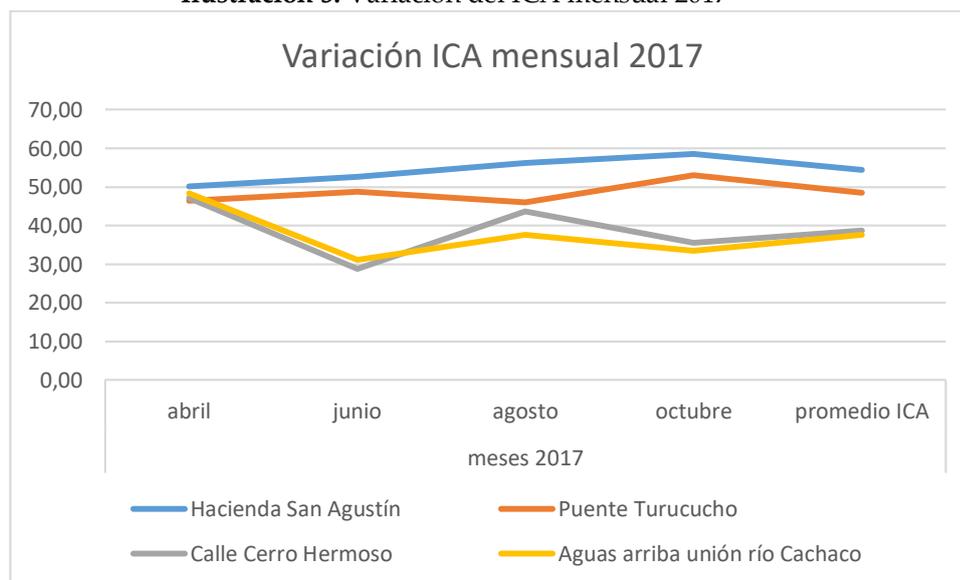
Tabla 8. Análisis del ICA en el año 2017 por mes en cada punto de muestreo

Punto de monitoreo	meses 2017				
	abril	junio	agosto	octubre	promedio ICA
Hacienda San Agustín	50,15	52,60	56,25	58,52	54,38
Puente Turucucho	46,38	48,71	45,97	53,07	48,53
Calle Cerro Hermoso	47,04	28,82	43,60	35,50	38,74
Aguas arriba unión río Cachaco	48,32	31,10	37,58	33,41	37,60

Elaborado por: Lucía Vannesa Suárez Bastidas

Esto incidió notablemente en el Índice de Calidad correspondiente al año 2017 en el punto determinado como Cerro Hermoso.

Ilustración 3. Variación del ICA mensual 2017



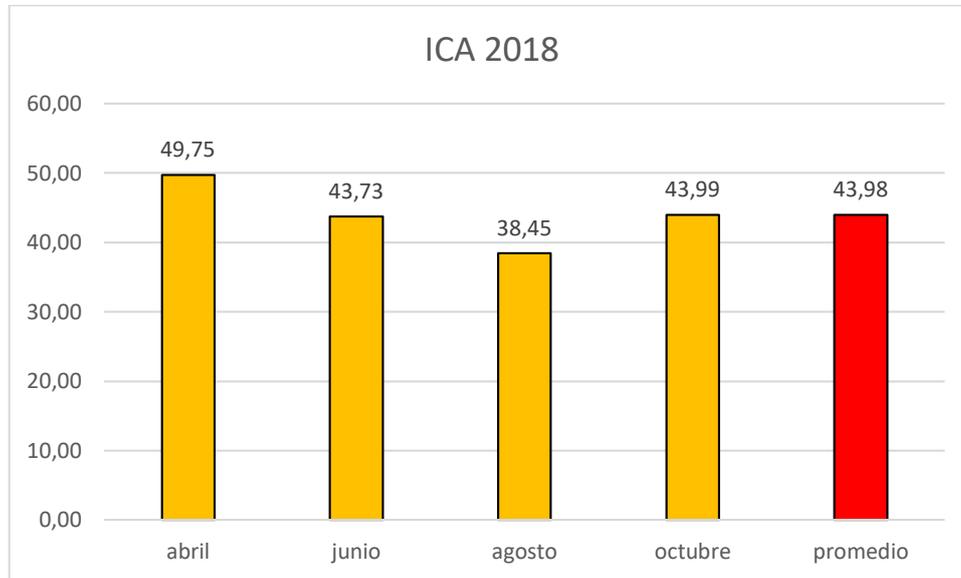
Elaborado por: Lucía Vannesa Suárez Bastidas

Para el año 2018, se determinó que la calidad del agua en el tramo del río San Nicolás analizado, también se encuentra dentro de la categoría **Mala**, dentro del rango

DETERMINACIÓN DEL ICA EN CUERPOS HÍDRICOS DEL CANTÓN RUMIÑAHUI, EN UN PERIODO COMPRENDIDO ENTRE EL 2017 - 2021

de 26 - 50, es decir que, “Apoya una diversidad baja de la vida acuática y están experimentando probablemente problemas con la contaminación”, de acuerdo a la **Tabla 5**.

Ilustración 4. Análisis del ICA del año 2018



Elaborado por: Lucía Vannesa Suárez Bastidas

Dentro de este análisis, se determinó que, en el punto ubicado en la calle Cerro Hermoso, en el mes de agosto estuvo más contaminado que en los otros puntos analizados dentro de los cuatro trimestres.

Tabla 9. Análisis del ICA en el año 2018 por mes en cada punto de muestreo

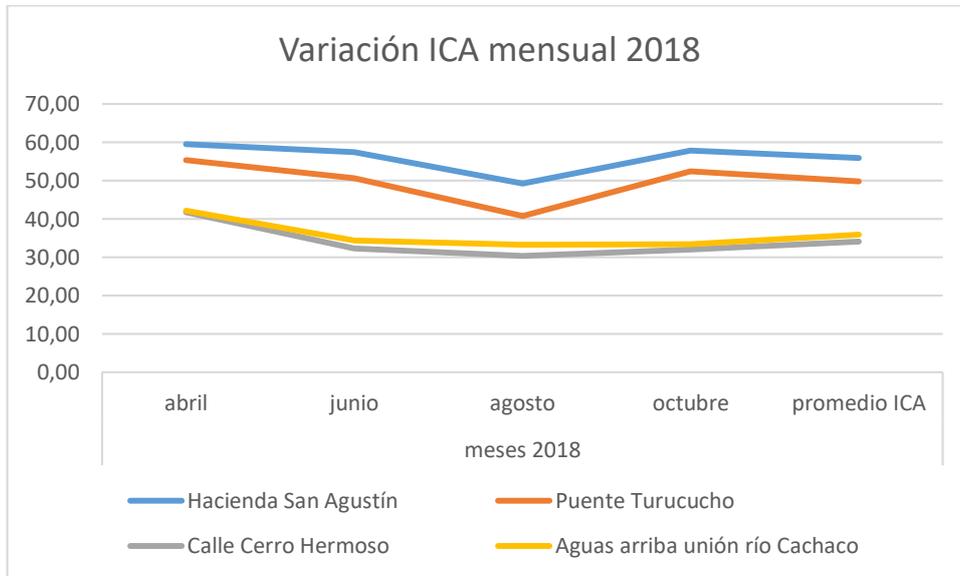
Punto de monitoreo	meses 2018				
	abril	junio	agosto	octubre	promedio ICA
Hacienda San Agustín	59,57	57,42	49,22	57,86	56,02
Puente Turucucho	55,46	50,71	40,78	52,52	49,87
Calle Cerro Hermoso	41,73	32,36	30,42	32,10	34,15
Aguas arriba unión río Cachaco	42,23	34,44	33,36	33,49	35,88

Elaborado por: Lucía Vannesa Suárez Bastidas

Esto incidió notablemente en el Índice de Calidad correspondiente al año 2018 en el punto determinado como Cerro Hermoso.

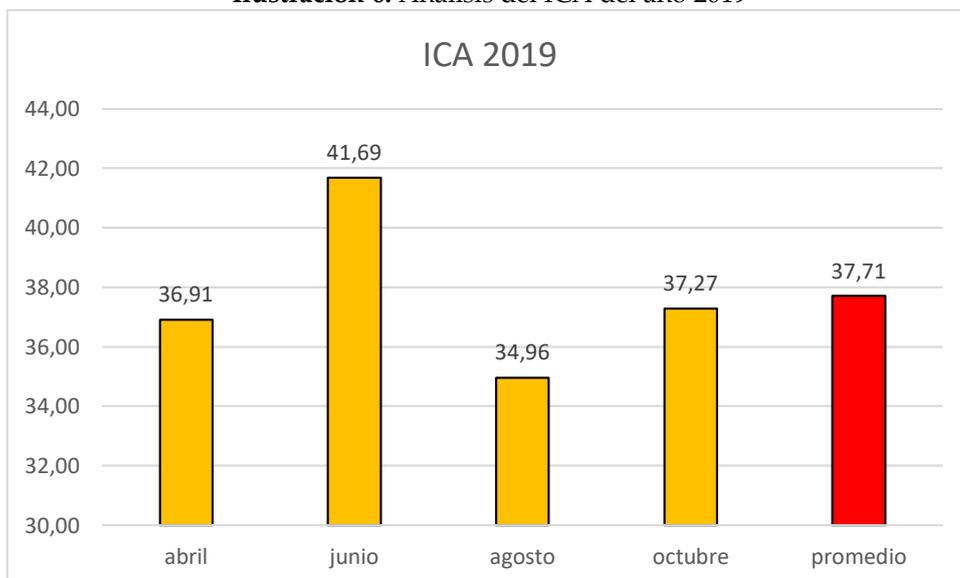
DETERMINACIÓN DEL ICA EN CUERPOS HÍDRICOS DEL CANTÓN RUMIÑAHUI, EN UN PERIODO COMPRENDIDO ENTRE EL 2017 - 2021

Ilustración 5. Variación del ICA mensual 2018



Para el año 2019, de igual forma, se determinó que la calidad del agua en el tramo del río San Nicolás analizado, también se encuentra dentro de la categoría **Mala**, en del rango de 26 - 50, es decir que, *“Apoya una diversidad baja de la vida acuática y están experimentando probablemente problemas con la contaminación”*, de acuerdo a la **Tabla 5**.

Ilustración 6. Análisis del ICA del año 2019



Elaborado por: Lucía Vannesa Suárez Bastidas

DETERMINACIÓN DEL ICA EN CUERPOS HÍDRICOS DEL CANTÓN RUMIÑAHUI, EN UN PERIODO COMPRENDIDO ENTRE EL 2017 - 2021

Dentro de este análisis, se determinó que, en el punto ubicado en la calle Cerro Hermoso, en el mes de agosto y octubre estuvo más contaminado que en los otros; el punto ubicado aguas arriba de la unión del río Cachaco también presentó valores muy bajos de calidad de agua. Estos dos fenómenos incidieron para que, en el año 2019 se tenga una mala calidad de agua a lo largo del tramo analizado del río San Nicolás.

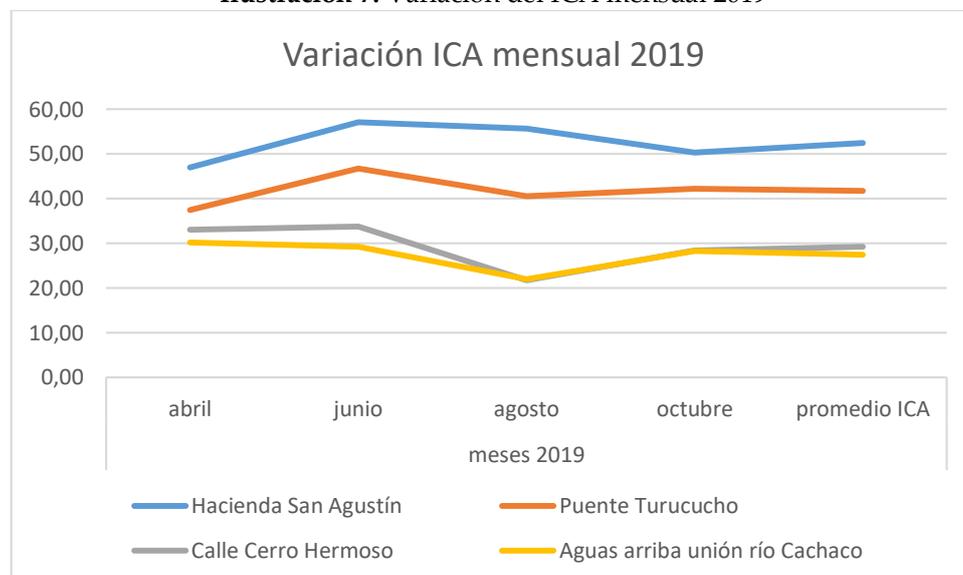
Tabla 10. Análisis del ICA en el año 2019 por mes en cada punto de muestreo

Punto de monitoreo	meses 2019				promedio ICA
	abril	junio	agosto	octubre	
Hacienda San Agustín	46,94	57,11	55,63	50,28	52,49
Puente Turucucho	37,46	46,74	40,55	42,14	41,72
Calle Cerro Hermoso	33,04	33,72	21,68	28,39	29,21
Aguas arriba unión río Cachaco	30,19	29,20	21,97	28,30	27,41

Elaborado por: Lucía Vannesa Suárez Bastidas

Estos dos fenómenos incidieron para que, en el año 2019 se tenga una mala calidad de agua a lo largo del tramo analizado del río San Nicolás.

Ilustración 7. Variación del ICA mensual 2019

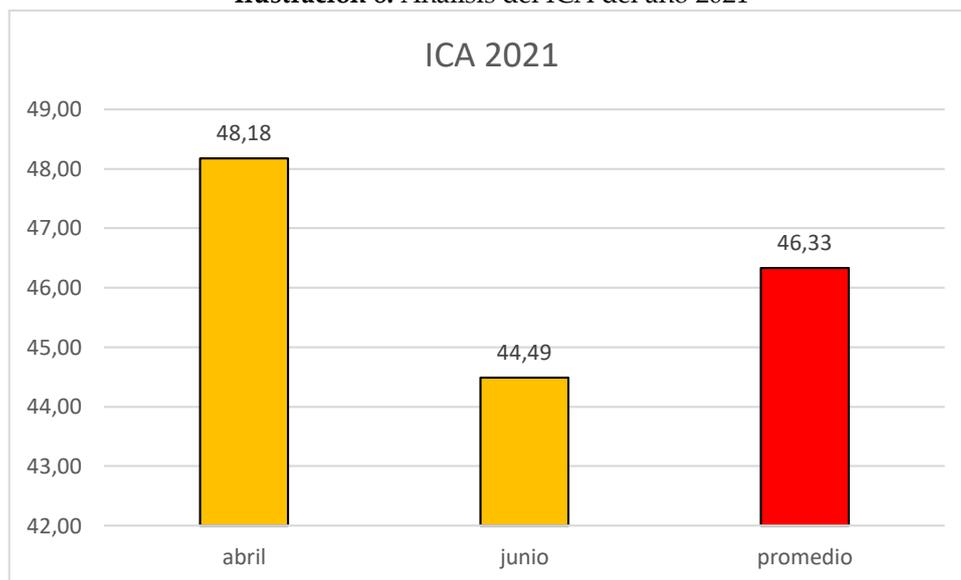


Elaborado por: Lucía Vannesa Suárez Bastidas

DETERMINACIÓN DEL ICA EN CUERPOS HÍDRICOS DEL CANTÓN RUMIÑAHUI, EN UN PERIODO COMPRENDIDO ENTRE EL 2017 - 2021

Finalmente, para el año 2021, el análisis realizado a los monitoreos ejecutados en los meses de junio y julio, permitió determinar que la calidad del agua en el tramo del río San Nicolás analizado, también se encuentra dentro de la categoría **Mala**, en del rango de 26 - 50, es decir que, *“Apoya una diversidad baja de la vida acuática y están experimentando probablemente problemas con la contaminación”*, de acuerdo a la **Tabla 5**.

Ilustración 8. Análisis del ICA del año 2021



Elaborado por: Lucía Vannesa Suárez Bastidas

Dentro de este análisis, se determinó que, en el punto ubicado aguas arriba del río Cachaco en el mes de julio presentó un valor menor de ICA, considerando entonces que en este punto urbanizado totalmente el agua tiene mala calidad; sin embargo, es importante indicar que, los monitoreos registrados en los meses de junio y julio en el punto ubicado en la hacienda San Agustín permitieron identificar que en este punto el agua presenta mejor calidad, es decir *“Apoya una diversidad baja de la vida acuática y están experimentando probablemente problemas con la contaminación”*, como se indica en la **Tabla 5**.

Tabla 11. Análisis del ICA en el año 2021 por mes en cada punto de muestreo

Punto de monitoreo	meses 2021		
	abril	junio	promedio ICA
Hacienda San Agustín	52,53	51,32	51,93

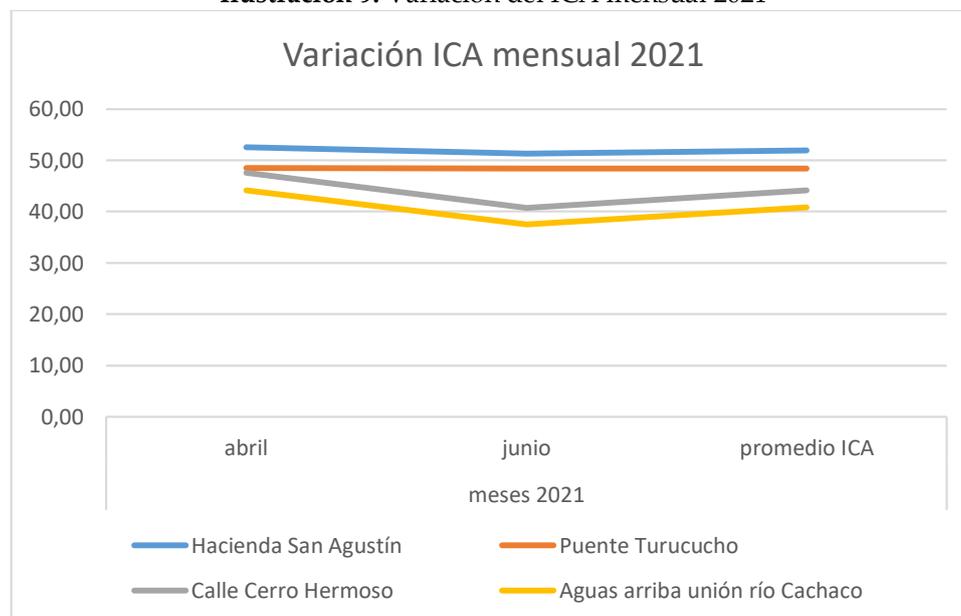
DETERMINACIÓN DEL ICA EN CUERPOS HÍDRICOS DEL CANTÓN RUMIÑAHUI, EN UN PERIODO COMPRENDIDO ENTRE EL 2017 - 2021

Puente Turucucho	48,49	48,38	48,44
Calle Cerro Hermoso	47,52	40,76	44,14
Aguas arriba unión río Cachaco	44,16	37,49	40,83

Elaborado por: Lucía Vannesa Suárez Bastidas

En los dos meses analizados, en el punto denominado hacienda San Agustín, al ser una zona rural y no haber mayor afectación por intervención humana, la calidad del agua mejoró notablemente.

Ilustración 9. Variación del ICA mensual 2021

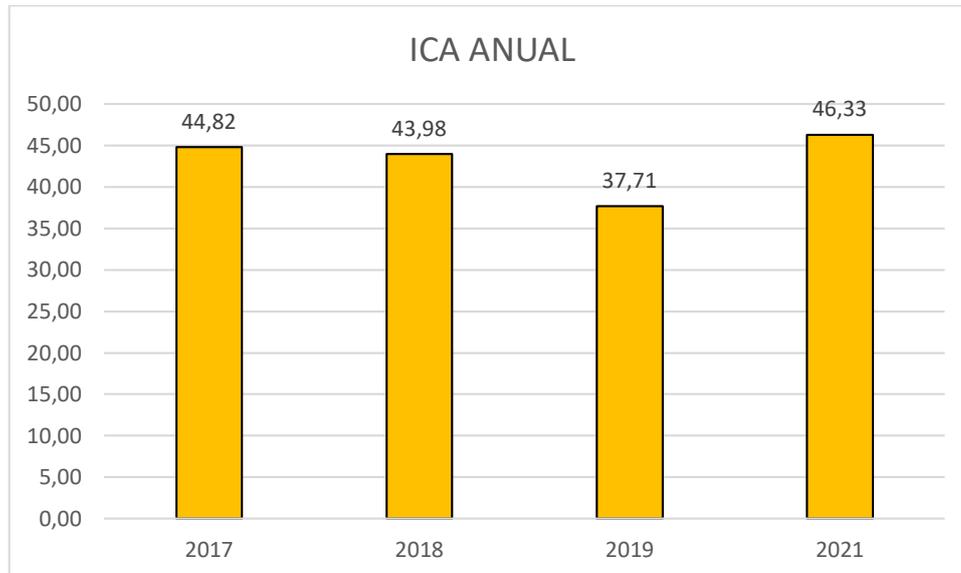


Elaborado por: Lucía Vannesa Suárez Bastidas

Estos dos fenómenos incidieron para que, en el año 2021 se incremente levemente la calidad del agua en el tramo del río San Nicolás analizado.

DETERMINACIÓN DEL ICA EN CUERPOS HÍDRICOS DEL CANTÓN RUMIÑAHUI, EN UN PERIODO COMPRENDIDO ENTRE EL 2017 - 2021

Ilustración 10. Variación del ICA anual



Elaborado por: Lucía Vannesa Suárez Bastidas

Ilustración 11. Análisis del ICA global



Elaborado por: Lucía Vannesa Suárez Bastidas

3.3 Índice de Calidad

Para la determinación del Índice de Calidad (IC), se analizaron los parámetros proporcionados por el laboratorio respecto a Aceites y grasas, Hidrocarburos totales de petróleo, Tensoactivos, Nitritos, Nitratos, Demanda Química de Oxígeno, Demanda

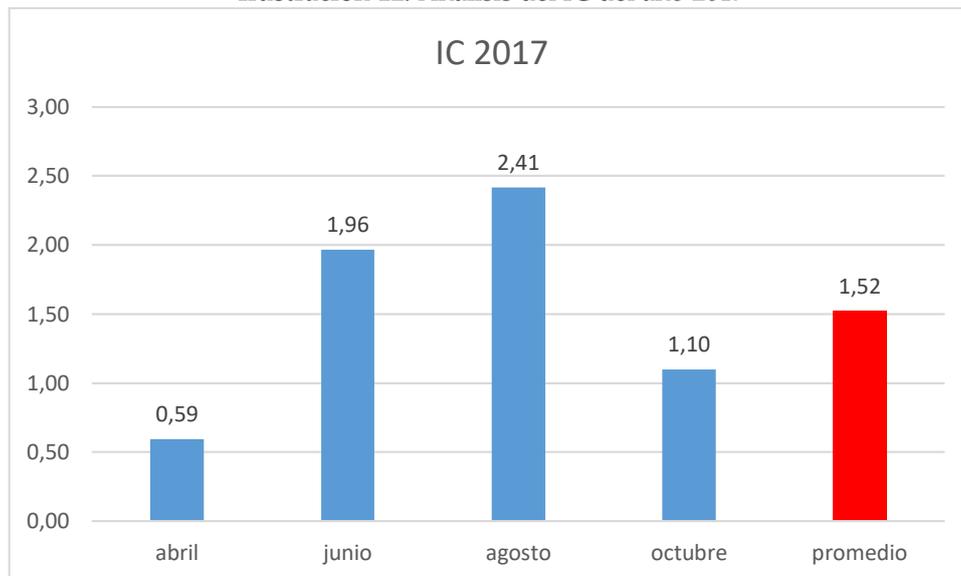
DETERMINACIÓN DEL ICA EN CUERPOS HÍDRICOS DEL CANTÓN RUMIÑAHUI, EN UN PERIODO COMPRENDIDO ENTRE EL 2017 - 2021

Bioquímica de Oxígeno, Coliformes totales, Coliformes fecales y Oxígeno disuelto, respecto a los límites máximos permitidos de acuerdo a la Norma.

Para esto, las tablas del Acuerdo Ministerial 097-A fueron consideradas de acuerdo al posible uso que se le dé al agua del río San Nicolás en los puntos analizados.

De esta manera, se pudo determinar que, para el año 2017, por la metodología del Índice de Calidad en el mes de agosto el agua del río es de “Mala Calidad”, tomando en consideración la ponderación dada de acuerdo a la **Tabla 7**.

Ilustración 12. Análisis del IC del año 2017



Elaborado por: Lucía Vannesa Suárez Bastidas

Es importante mencionar que, del análisis realizado en cada punto de monitoreo en el año 2017, se puede decir que en el sector del Cerro Hermoso y aguas arriba unión río Cachaco, el agua es de mala calidad específicamente.

Tabla 12. Análisis del IC en el año 2017 por mes en cada punto de muestreo

Punto de monitoreo	meses 2017				
	abril	junio	agosto	octubre	promedio IC
Hacienda San Agustín	0,58	0,55	0,46	0,75	0,58
Puente Turucucho	0,65	0,80	0,98	0,46	0,72
Calle Cerro Hermoso	0,61	4,12	3,40	1,10	2,31
Aguas arriba unión río Cachaco	0,53	2,38	4,82	2,09	2,46

Elaborado por: Lucía Vannesa Suárez Bastidas

DETERMINACIÓN DEL ICA EN CUERPOS HÍDRICOS DEL CANTÓN RUMIÑAHUI, EN UN PERIODO COMPRENDIDO ENTRE EL 2017 - 2021

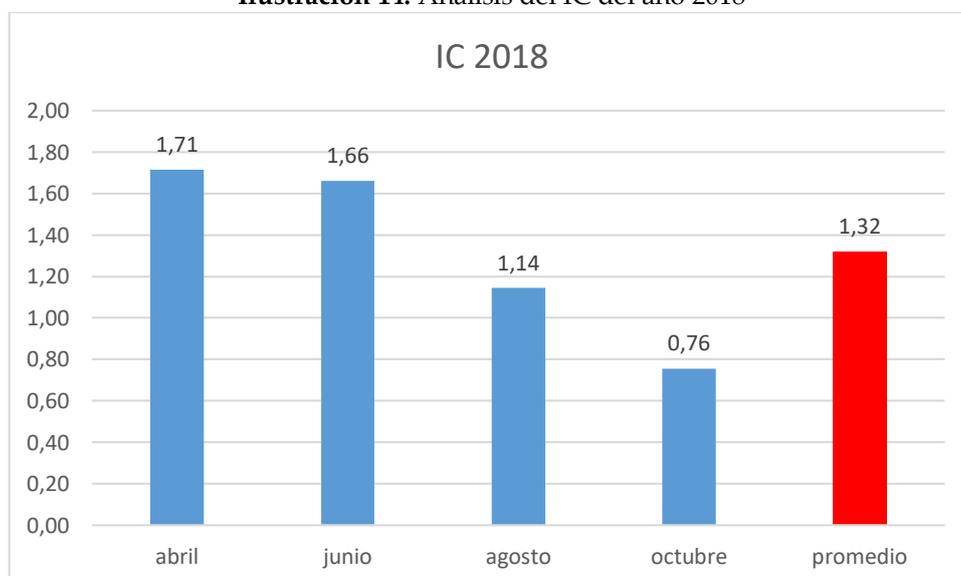
Ilustración 13. Variación mensual del 2017



Elaborado por: Lucía Vannesa Suárez Bastidas

De igual forma, se pudo determinar que, para el año 2018, por la metodología del Índice de Calidad en el mes de octubre se tuvo una mejor calidad de agua; sin embargo, a lo largo del año 2018, se puede decir que el agua del río es de “Mala Calidad”, tomando en consideración la ponderación dada de acuerdo a la **Tabla 7**.

Ilustración 14. Análisis del IC del año 2018



Elaborado por: Lucía Vannesa Suárez Bastidas

DETERMINACIÓN DEL ICA EN CUERPOS HÍDRICOS DEL CANTÓN RUMIÑAHUI, EN UN PERIODO COMPRENDIDO ENTRE EL 2017 - 2021

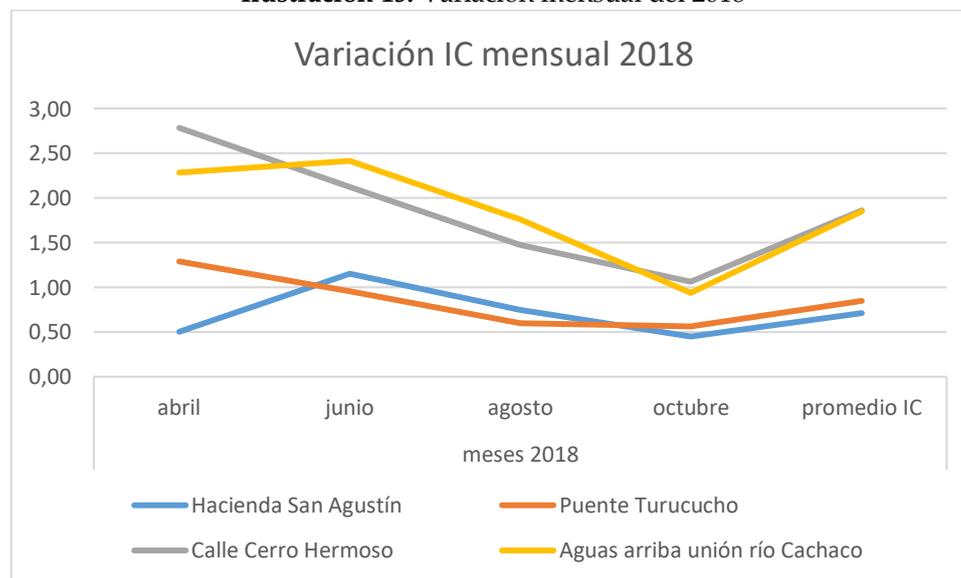
Es importante mencionar que, del análisis realizado encada punto de monitoreo en el año 2018, se puede decir que en el sector del Cerro Hermoso y aguas arriba unión río Cachaco, el agua es de mala calidad específicamente.

Tabla 13. Análisis del IC en el año 2018 por mes en cada punto de muestreo

Punto de monitoreo	meses 2018				
	abril	junio	agosto	octubre	promedio IC
Hacienda San Agustín	0,50	1,16	0,75	0,45	0,72
Puente Turucucho	1,29	0,96	0,60	0,56	0,85
Calle Cerro Hermoso	2,78	2,12	1,47	1,06	1,86
Aguas arriba unión río Cachaco	2,28	2,41	1,76	0,94	1,85

Elaborado por: Lucía Vannesa Suárez Bastidas

Ilustración 15. Variación mensual del 2018

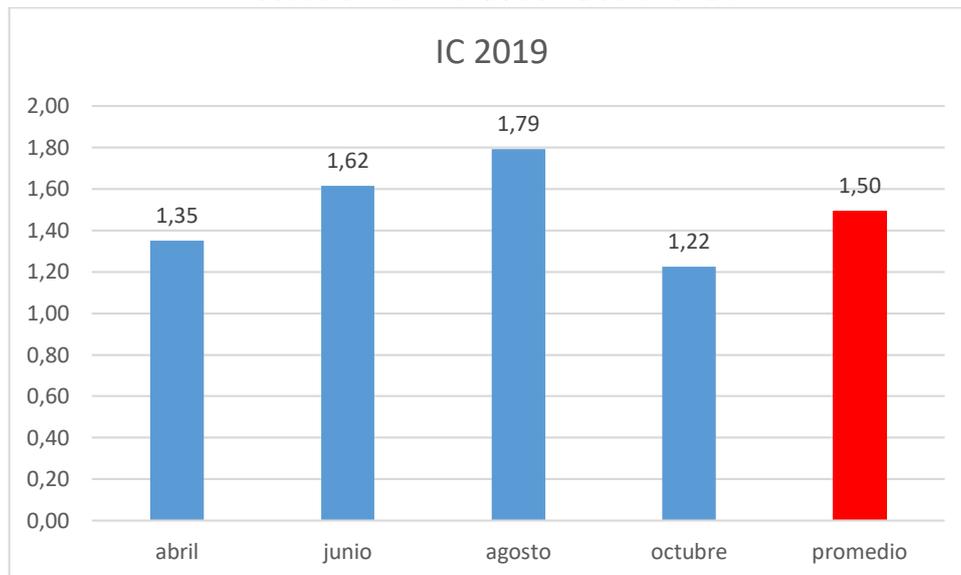


Elaborado por: Lucía Vannesa Suárez Bastidas

Al realizar el análisis de los datos obtenidos de los parámetros el año 2019, por la metodología del Índice de Calidad en el mes de agosto disminuye en mayor proporción la calidad del agua; es así como, a lo largo del año 2018, se puede decir que el agua del río es de "Mala Calidad", tomando en consideración la ponderación dada de acuerdo a la **Tabla 7.**

DETERMINACIÓN DEL ICA EN CUERPOS HÍDRICOS DEL CANTÓN RUMIÑAHUI, EN UN PERIODO COMPRENDIDO ENTRE EL 2017 - 2021

Ilustración 16. Análisis del IC del año 2019



Elaborado por: Lucía Vannesa Suárez Bastidas

En el año 2019, se evidencia que en todos los puntos de monitoreo el agua es de mala calidad, incrementándose su contaminación en el mes de agosto principalmente en el punto ubicado en la calle Cerro Hermoso y aguas arriba unión río Cachaco.

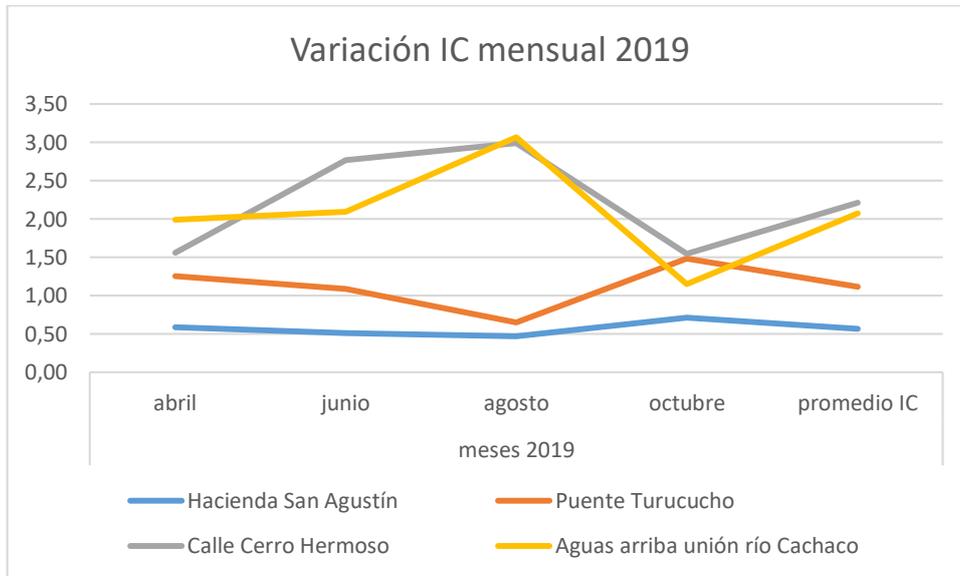
Tabla 14. Análisis del IC en el año 2019 por mes en cada punto de muestreo

Punto de monitoreo	meses 2019				
	abril	junio	agosto	octubre	promedio IC
Hacienda San Agustín	0,59	0,51	0,47	0,72	0,57
Puente Turucucho	1,26	1,09	0,65	1,48	1,12
Calle Cerro Hermoso	1,56	2,77	2,99	1,55	2,22
Aguas arriba unión río Cachaco	1,99	2,09	3,07	1,15	2,08

Elaborado por: Lucía Vannesa Suárez Bastidas

DETERMINACIÓN DEL ICA EN CUERPOS HÍDRICOS DEL CANTÓN RUMIÑAHUI, EN UN PERIODO COMPRENDIDO ENTRE EL 2017 - 2021

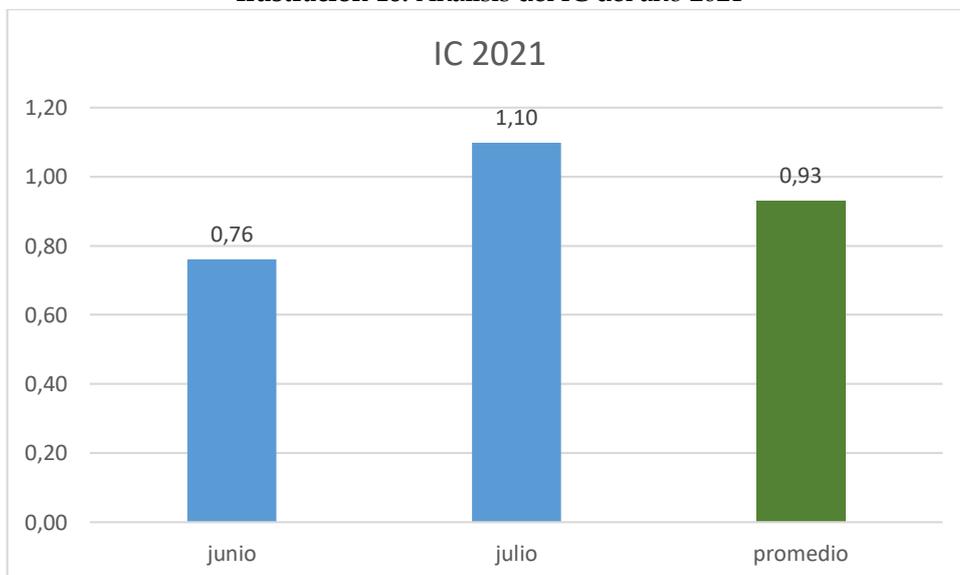
Ilustración 17. Variación mensual del 2019



Elaborado por: Lucía Vannesa Suárez Bastidas

Finalmente, para los meses de junio y julio evaluados dentro del año 2021 para el río San Nicolás, se puede observar que se tiene una *“Buena calidad”* del agua a pesar de que en el mes de julio incrementó un poco la contaminación, tomando en consideración la ponderación dada de acuerdo a la **Tabla 7**.

Ilustración 18. Análisis del IC del año 2021



Elaborado por: Lucía Vannesa Suárez Bastidas

DETERMINACIÓN DEL ICA EN CUERPOS HÍDRICOS DEL CANTÓN RUMIÑAHUI, EN UN PERIODO COMPRENDIDO ENTRE EL 2017 - 2021

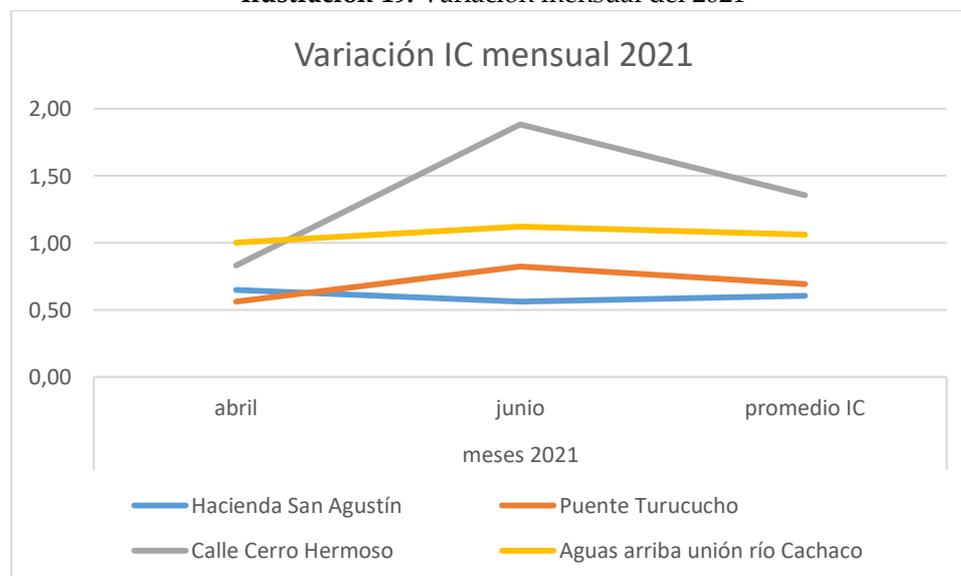
En el año 2021, se evidencia también que, en el punto denominado aguas arriba del río Cachaco se mantiene siempre una mala calidad del agua y, en el mes de junio e adelante, en el punto denominado Calle Cerro Hermoso de igual manera incrementa la contaminación; sin embargo, debido a que el agua sigue su curso y no ha sido mayormente contaminada aguas arriba, en este año se puede considerar que el agua ha sido de buena calidad.

Tabla 15. Análisis del IC en el año 2021 por mes en cada punto de muestreo

Punto de monitoreo	meses 2021		
	abril	junio	promedio ICA
Hacienda San Agustín	0,65	0,56	0,61
Puente Turucucho	0,56	0,83	0,69
Calle Cerro Hermoso	0,83	1,88	1,36
Aguas arriba unión río Cachaco	1,00	1,12	1,06

Elaborado por: Lucía Vannesa Suárez Bastidas

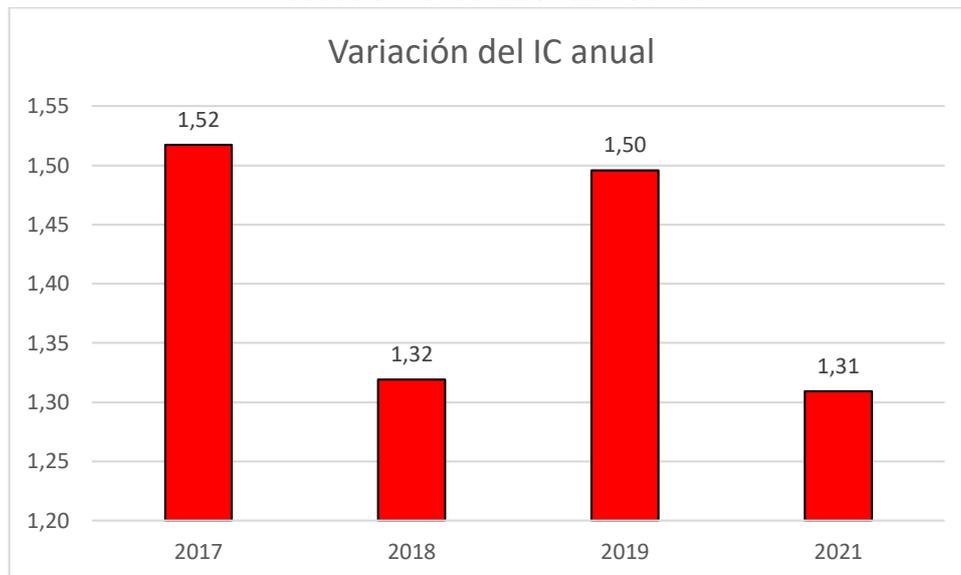
Ilustración 19. Variación mensual del 2021



Elaborado por: Lucía Vannesa Suárez Bastidas

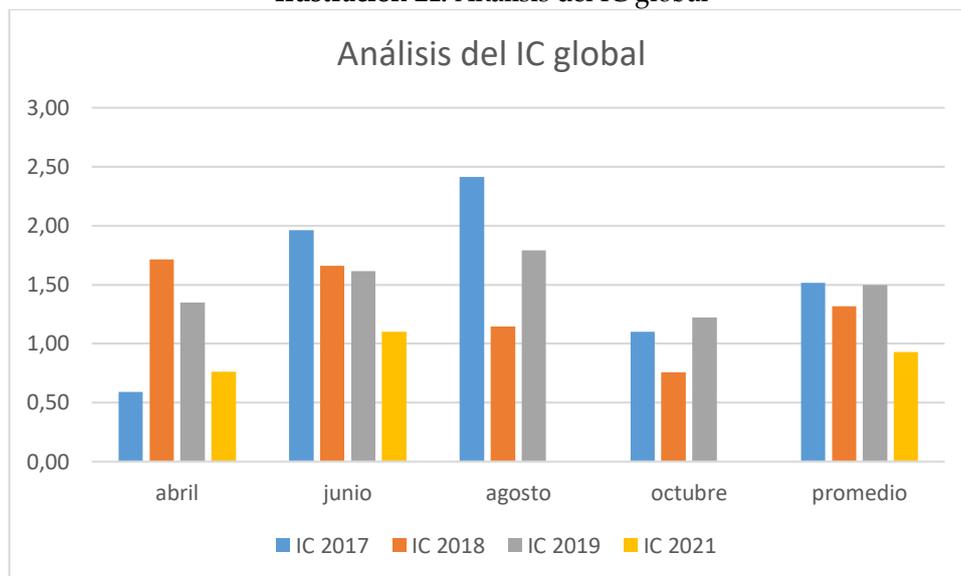
DETERMINACIÓN DEL ICA EN CUERPOS HÍDRICOS DEL CANTÓN RUMIÑAHUI, EN UN PERIODO COMPRENDIDO ENTRE EL 2017 - 2021

Ilustración 20. Variación del IC anual



Elaborado por: Lucía Vannesa Suárez Bastidas

Ilustración 21. Análisis del IC global



Elaborado por: Lucía Vannesa Suárez Bastidas

DETERMINACIÓN DEL ICA EN CUERPOS HÍDRICOS DEL CANTÓN RUMIÑAHUI, EN UN PERIODO COMPRENDIDO ENTRE EL 2017 - 2021

4. CONCLUSIONES

Una vez realizado el análisis de ambas metodologías, se puede concluir que, el río San Nicolás presenta una calidad MALA, la misma que se mantiene desde su punto inicial (hacienda San Agustín) y que se incrementa conforme va recorriendo la zona urbana hasta llegar a la unión con el río Cachaco.

Es importante mencionar que, dentro del área de influencia directa del río se encuentran ubicadas industrias lácteas que en muchas ocasiones desembocan sus efluentes líquidos directo al río sin ningún tratamiento, así como también la zona urbana muchas viviendas no tienen conexiones con los sistemas de alcantarillado municipales y envían directamente sus aguas grises a los cauces hídricos.

Los puntos que se encuentran localizados en áreas rurales o periféricas presentan una mejor calidad de agua, que aquellos que están localizados dentro de áreas urbana consolidadas. Cabe mencionar también que una de las características de los cuerpos de agua, que se mantiene incluso dentro de zonas rurales, conforme los informes presentados por el Laboratorio CORPLABEC S.A. es la presencia de residuos sólidos en los cauces y orillas.

Una vez realizado el análisis comparativo de las dos metodologías utilizadas para el cálculo del índice de calidad del agua, es importante indicar que, se obtuvieron resultados similares, lo que permite concluir además que, ambas metodologías pueden ser utilizadas de forma individual también y ambas permiten conocer el estado actual o histórico de una fuente hídrica, lo que puede ayudar a buscar alternativas de recuperación principalmente en zonas donde no se haya dado mayor intervención por la presencia humana de manera más sencilla.

Si bien es cierto, en los años analizados 2017, 2018, 2019 y 2021 la calidad del agua se mantuvo en MALA, es importante indicar que de los análisis realizados se pudo verificar que en el año 2021 levemente se tuvo un incremento en su calidad, principalmente en el mes de agosto, posiblemente por el confinamiento y el hecho de que muchas empresas tuvieron que disminuir su producción y por lo tanto disminuyó

DETERMINACIÓN DEL ICA EN CUERPOS HÍDRICOS DEL CANTÓN RUMIÑAHUI, EN UN PERIODO COMPRENDIDO ENTRE EL 2017 - 2021

las descargas líquidas, ya que este incremento de la calidad del agua se constató mayormente en la zona referente a la hacienda San Agustín que se encuentra directamente en la zona rural.

Adicionalmente es importante mencionar que, si bien es cierto la metodología del Índice de Calidad de agua propuesta por Brown es completa y compleja, los parámetros utilizados se encuentran limitados; sin embargo, la metodología par al cálculo del índice de calidad (IC) permite trabajar con la mayor cantidad de parámetros ambientales que se pueda obtener, siempre y cuando puedan ser comparados con la normativa ambiental vigente tomando en cuenta el uso que se le vaya a dar al agua de análisis.

Esto permite determinar también que, no se requieren explícitamente metodologías completas para conocer el estado del agua de un cauce hídrico en este caso, sino más bien, metodologías sencillas que puedan ser aplicadas en cualquier momento con la finalidad de poder tomar acciones correctivas o de mitigación de ser el caso respecto a una mayor contaminación ambiental.

Este tipo de análisis y estudio, puede servir también para que las Autoridades Ambientales puedan realizar control y seguimiento a los cauces hídricos del cantón, con la finalidad de poder determinar las posibles causas de contaminación y se puedan tomar acciones por el bien del ambiente y de los seres vivos, ya que, como es el caso del río San Nicolás, este en su mayoría se encuentra atravesando la zona urbana del cantón, la misma que en su mayoría se encuentra conformada por viviendas, negocios que descargan sus efluentes líquidos a los ríos (mecánicas, lavadoras, restaurantes, centros de faenamiento, fábricas textiles, entre otros), los mismos que no tienen un control adecuado y por lo tanto, al estar en mayor contacto con las personas que vivan cerca, animales y plantas su contaminación afecta a todos los seres vivos que se encuentran a su alrededor.

Adicionalmente, buscar alternativas para su recuperación, principalmente en la zona rural, podrán permitir que sus aguas puedan en algún momento ser utilizadas para riego (sin necesidad de pesticidas), actividades recreativas y mejoramiento de la biodiversidad que se encuentre alrededor del río San Nicolás.

DETERMINACIÓN DEL ICA EN CUERPOS HÍDRICOS DEL CANTÓN RUMIÑAHUI, EN UN PERIODO COMPRENDIDO ENTRE EL 2017 - 2021

Dentro de estas alternativas de recuperación, se podría analizar la posibilidad de utilizar microorganismos aerobios y anaerobios, como un procedimiento biológico que al reaccionar principalmente en presencia de nitrógeno y fósforo (presentes en el agua debido al uso de fertilizantes, detergentes y excreciones humanas y animales), forman una especie de lodo de químicos contaminantes, que pueden ser luego tratados con procesos de biodegradación. (AQUAE FUNDACION, s.f.)

Respecto a los desechos sólidos que son arrojados en las riberas de los ríos, incentivar a la población a mantener limpio estas zonas a través de campañas de recolección y concienciación es fundamental, ya que de esta manera el agua puede regenerarse de manera natural al recuperar su espacio durante su recorrido, ya que tiene mayor oxigenación (aireación) y, por lo tanto, se regenera también la vegetación que se encuentra a su alrededor.

Diversos estudios también han recomendado la utilización de plantas acuáticas ya sean flotantes o sumergidas (principalmente para tratar aguas residuales), ya que estas interactúan a través de la simbiosis con bacterias específicas, eliminando agentes contaminantes y generando al mismo tiempo biomasa. (Ecología Verde, s.f.)

DETERMINACIÓN DEL ICA EN CUERPOS HÍDRICOS DEL CANTÓN RUMIÑAHUI, EN UN PERIODO COMPRENDIDO ENTRE EL 2017 - 2021

5. ANEXOS

ANEXO 1. Evidencias fotográficas



Fotografía 1. Punto ubicado en el puente que une el barrio Salgado con Cotogchoa, sector Hacienda San Agustín 03.06.2021 (Lucía Vannesa Suárez Bastidas)



Fotografía 2. Punto ubicado en el puente de Turucucho 03.06.2021 (Lucía Vannesa Suárez Bastidas)

DETERMINACIÓN DEL ICA EN CUERPOS HÍDRICOS DEL CANTÓN RUMIÑAHUI, EN UN PERIODO COMPRENDIDO ENTRE EL 2017 - 2021



Fotografía 3. Punto ubicado en el puente de Turucucho 29.07.2021 (Lucía Vannesa Suárez Bastidas)



Fotografía 4. Punto ubicado en el puente de Turucucho 29.07.2021 (Lucía Vannesa Suárez Bastidas)

DETERMINACIÓN DEL ICA EN CUERPOS HÍDRICOS DEL CANTÓN RUMIÑAHUI, EN UN PERIODO COMPRENDIDO ENTRE EL 2017 - 2021



Fotografía 5. Punto ubicado aguas arriba del río Cachaco 29.07.2021 (Lucía Vannesa Suárez Bastidas)



Fotografía 6. Punto ubicado en la calle Cerro Hermoso 29.07.2021 (Lucía Vannesa Suárez Bastidas)

DETERMINACIÓN DEL ICA EN CUERPOS HÍDRICOS DEL CANTÓN RUMIÑAHUI, EN UN PERIODO COMPRENDIDO ENTRE EL 2017 - 2021

ANEXO 2. Curvas de función del ICA-NSF

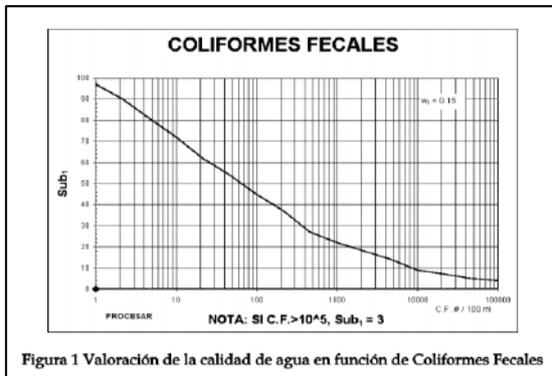


Figura 1 Valoración de la calidad de agua en función de Coliformes Fecales

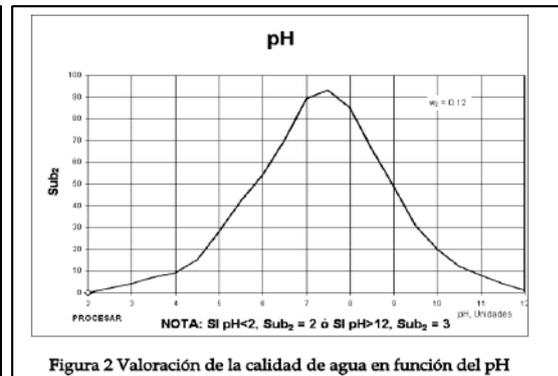


Figura 2 Valoración de la calidad de agua en función del pH

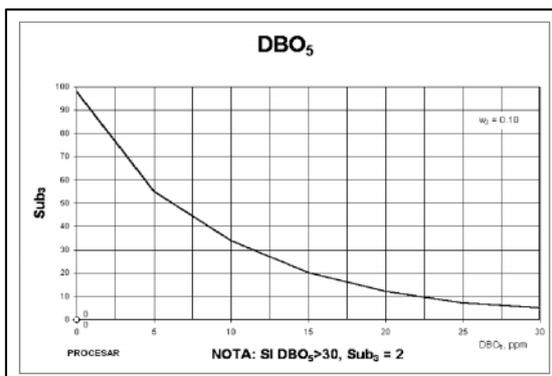


Figura 3 Valoración de la calidad de agua en función del DBO₅

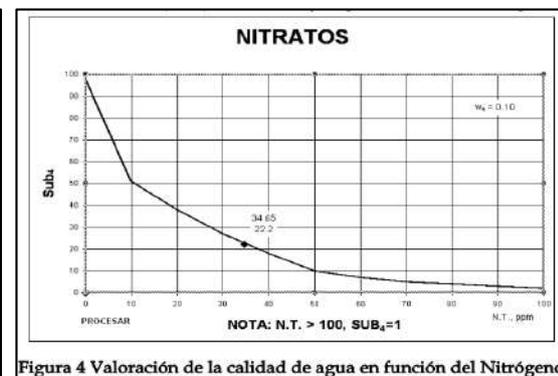


Figura 4 Valoración de la calidad de agua en función del Nitrógeno

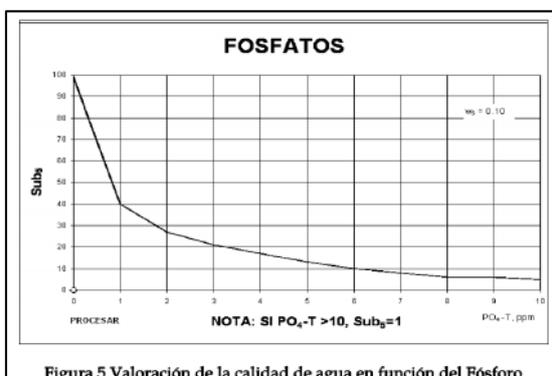


Figura 5 Valoración de la calidad de agua en función del Fósforo

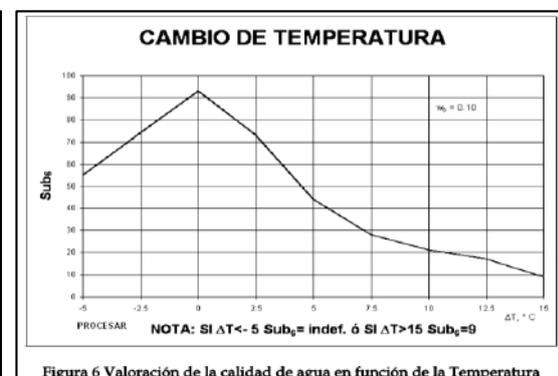


Figura 6 Valoración de la calidad de agua en función de la Temperatura

DETERMINACIÓN DEL ICA EN CUERPOS HÍDRICOS DEL CANTÓN RUMIÑAHUI, EN UN PERIODO COMPRENDIDO ENTRE EL 2017 - 2021

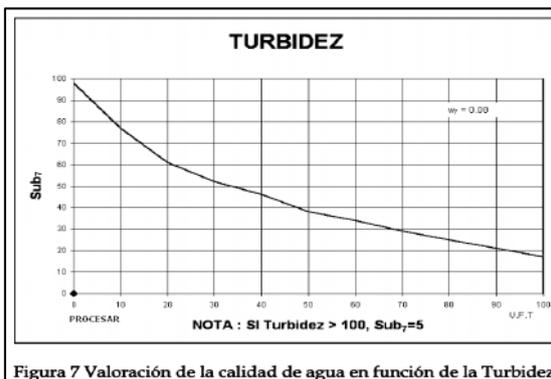


Figura 7 Valoración de la calidad de agua en función de la Turbidez

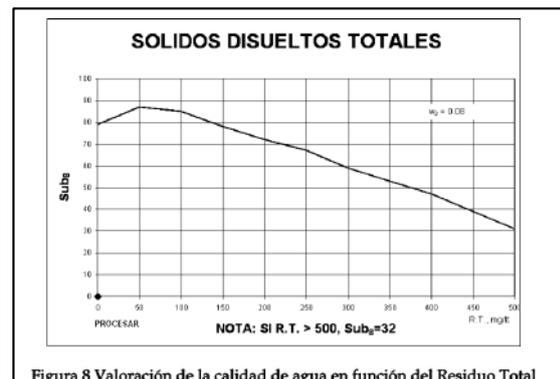


Figura 8 Valoración de la calidad de agua en función del Residuo Total



Figura 9 Valoración de la calidad de agua en función del % de Saturación del Oxígeno disuelto

Fuente: (Índices de Calidad de Agua, Índices de Contaminación, 2013)

DETERMINACIÓN DEL ICA EN CUERPOS HÍDRICOS DEL CANTÓN RUMIÑAHUI, EN UN PERIODO COMPRENDIDO ENTRE EL 2017 - 2021

ANEXO 3. Informes de monitoreos realizados por el laboratorio acreditado



Ilustración 22. Protocolo monitoreo calle Cerro Hermoso, agosto 2018
Elaborado por: Lucía Vannesa Suárez Bastidas

DETERMINACIÓN DEL ICA EN CUERPOS HÍDRICOS DEL CANTÓN RUMIÑAHUI, EN UN PERIODO COMPRENDIDO ENTRE EL 2017 - 2021



ALS Ecuador
 Rigoberto Heredia Oes-157 y Huachi
 Quito, Ecuador
 T: +59-3-2347-4080

PROTOCOLO: 419958/2018-1.0	RU-49
SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	Revisión: 11
	Página 1 de 4

NOMBRE DEL CLIENTE: GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTÓN RUMIÑAHUI
DIRIGIDO EN ATENCIÓN A: LICENCIADA GLORIA JIMÉNEZ
NOMBRE DEL PROYECTO: CALIDAD DE AGUAS NATURALES / RÍO SAN NICOLÁS
DIRECCIÓN DEL PROYECTO: CANTÓN: RUMIÑAHUI / PROVINCIA: PICHINCHA
MUESTREO REALIZADO POR: CORPLABEC S.A. / INGENIERO PEDRO CACUANGO - TECNÓLOGO SANTIAGO MONTALVÁN
PROCEDIMIENTO MUESTREO: POE-04.00 "MUESTREO DE AGUAS", SM 1069 A, B y C
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS: AGOSTO: 30 DEL 2018 / 12:35 / Nº CADENA DE CUSTODIA: 0021920 / Nº ESPECIFICACIÓN PLAN DE MUESTREO: NO APUCA
LUGAR DE ANÁLISIS: CORPLABEC S.A. / QUITO - RIGOBERTO HEREDIA OES-157 Y HUACHI
FECHA DE ANÁLISIS: AGOSTO 30 AL 25 DE SEPTIEMBRE DEL 2018
FECHA DE EMISIÓN DE INFORME: 28 DE SEPTIEMBRE DEL 2018

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

MATRIZ	AGUA SUPERFICIAL					
	CÓDIGO DE LABORATORIO	CÓDIGO DE MUESTREO	REFERENCIA	FECHA DE MUESTREO	HORA DE MUESTREO	COORDENADAS UTM WGS 84
47637-3	ALS	Calle Cerro Hermoso	26/08/2018	9:55	17M0783663 5962547	Presencia de vegetación cerca al punto de muestreo.

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES

Laboratorio de Ensayo ALS acreditado por el SAE con Acreditación Nº OAE LE 2C 05-005.
 Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del SAE.
 Los resultados Cromo, Total, Mercurio, Plomo, Fósforo no forman parte del alcance de acreditación de ALS y fueron suministrados por el Laboratorio ALS FERÚ / ACREDITACIÓN INACAL Nº LE-029 (ILAC - MRA).
 SM - Standard Methods. La versión utilizada para la realización de los análisis corresponde a la Ed. 22, 2012. La actualización a la Ed. 23, 2017, se encuentra en proceso.
 EPA - Environmental Protection Agency.
 Los resultados solo se refieren a las muestras analizadas. ALS declina toda responsabilidad por el uso de los resultados aquí presentados.
 *Si las condiciones de muestreo fueron controladas según los Procedimientos Correspondientes establecidos por ALS, éstas no inciden en los resultados que se describen en el presente informe.
 Este informe no podrá ser reproducido parcialmente, sin la autorización escrita de ALS.
 Sin la firma del Responsable Técnico y el sello de ALS, este informe no es válido.




 Guillermo Miguel Maliza
 Gerencia Técnica ALS



DETERMINACIÓN DEL ICA EN CUERPOS HÍDRICOS DEL CANTÓN RUMIÑAHUI, EN UN PERIODO COMPRENDIDO ENTRE EL 2017 - 2021



ALS Ecuador
Rigoberto Heredia Oe6-157 y Ruashi
Quito, Ecuador
T: +59 3 2344 4080

PROTOCOLO: 419958/2018-1.0	RU-49
SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	Revisión: 11
	Página 2 de 4

RESULTADOS OBTENIDOS

PARÁMETROS ANALIZADOS	METODOLOGÍA DE REFERENCIA	MÉTODO INTERNO ALS	UNIDAD	47837-3	INCERTIDUMBRE (K=2)	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	CRITERIO DE RESULTADOS
				As			
CROMO TOTAL ⁽¹⁾	EPA 6020A, Rev. 1 February 2007	ALS PERÚ (PARÁMETRO ACREDITADO)	mg/l	0,0015	± 0,00015 mg/l	0,032	CUMPLE
FENÓLES ⁽¹⁾	ISO 14402 (Validado), 1st. Ed. 1999	ALS PERÚ (PARÁMETRO ACREDITADO)	mg/l	0,012	± 0,0012 mg/l	0,001	NO CUMPLE
ACEITES Y GRASAS IR	Standard Methods Ed. 22, 2012, 5520 C	PA - 51.00	mg/l	<0,20	± 0,04 mg/l	0,3	CUMPLE
HIDROCARBUROS TOTALES DE PETRÓLEO	TNRCC, Method 1005, Rev. 03, Junio 2001	PA - 10.00	mg/l	1,74	± 0,08 mg/l	0,5	NO CUMPLE
MERCURIO ⁽¹⁾	EPA 6020A, Rev. 1 February 2007	ALS PERÚ (PARÁMETRO ACREDITADO)	mg/l	<0,0003	± 0,00003 mg/l	0,002	CUMPLE
OXÍGENO DISUELT	Standard Methods Ed. 22, 2012, 4500-G-G	POS - 27.00	% de saturación	26,11	-	>80	NO CUMPLE
PLOMO ⁽¹⁾	EPA 6020A, Rev. 1 February 2007	ALS PERÚ (PARÁMETRO ACREDITADO)	mg/l	0,0008	± 0,00008 mg/l	0,001	CUMPLE
POTENCIAL HIDRÓGENO	Standard Methods Ed. 22, 2012, 4500-H+ A y 4500-H+ B	POS - 25.00	U pH	7,42	± 0,08 U pH	6,5 - 9	CUMPLE
TENSOACTIVOS	Standard Methods Ed. 22, 2012, 5540 A y 5540 C	PA - 12.00	mg/l	2,22 ⁽²⁾	± 0,04 mg/l	0,5	NO CUMPLE
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 22, 2012, 5220 D	PA - 01.00	mg/l	84,8	± 4,0 mg/l	40	NO CUMPLE
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 22, 2012, 5210 B	PA - 45.00	mg/l	44,81	± 2,33 mg/l	20	NO CUMPLE
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	Standard Methods Ed. 22, 2012, 2540 A y 2540 D	PA - 16.00	mg/l	80,0	± 1,7 mg/l	Max. incremento de 10% de la condición natural	CUMPLE



REFERENCIAS Y OBSERVACIONES

La información (1), (2), (3) que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE.

⁽¹⁾ Acuerdo Ministerial N° 097-A, TULSMA, Libro VI, Anexo 1, Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua. Tabla 2. Criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuarios. Criterio de Calidad: Agua Dulce.

⁽²⁾ Oxígeno de Saturación calculado a partir del Oxígeno Disuelto (2,33 mg/l).

⁽³⁾ Criterio de resultados.

⁽⁴⁾ Los valores reportados se encuentran fuera del rango de acreditación del SAE para Tensoactivos de 0,1 a 1,0 mg/l.

DETERMINACIÓN DEL ICA EN CUERPOS HÍDRICOS DEL CANTÓN RUMIÑAHUI, EN UN PERIODO COMPRENDIDO ENTRE EL 2017 - 2021



ALS Ecuador
Rigoberto Heredia Oes-157 y Buachi
Quito, Ecuador
T: +59 3 2344-4080

PROTOCOLO: 419958/2018-1.0	RU-40
SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	Revisión: 11
	Página 3 de 4

RESULTADOS OBTENIDOS

PARÁMETROS ANALIZADOS	METODOLOGÍA DE REFERENCIA	MÉTODO INTERNO ALS	UNIDAD	47537-3	INCERTIDUMBRE (K=2)	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE	CRITERIO DE RESULTADOS
				A3			
TURBIDEZ	Standard Methods Ed. 22, 2012, 2130 A y 2130 B	PA - 37.00	NTU	48,8	± 0,7 NTU	NO APLICA	NO APLICA
CARGA CONTAMINANTE(*)	Ordenanza Metropolitana N° 404, Resolución N° 000002-SA-2014, pg. 21	PA - 62.00	kg/di	158,365	-	NO APLICA	NO APLICA
COLIFORMES FECALES	Standard Methods Ed. 22, 2012, 9221 B, E y F	PA - 66.00	NMP/100ml	170,0	± 1,4 NMP/100ml	2000	CUMPLE
COLIFORMES TOTALES	Standard Methods Ed. 22, 2012, 9221 B, E y F	PA - 66.00	NMP/100ml	920,0	± 1,4 NMP/100ml	NO APLICA	NO APLICA
SÓLIDOS TOTALES	Standard Methods Ed. 22, 2012, 2540 A y 2540 B	PA - 14.00	mg/l	504,0	± 4,1 mg/l	1600	CUMPLE
NITRATOS	Standard Methods Ed. 22, 2012, 4500-NO ₃ -E	PA - 48.00	mg/l	<1,00	± 0,23 mg/l	13	CUMPLE
NITRITOS	Standard Methods Ed. 22, 2012, 4500-NO ₂ -E	PA - 13.00	mg/l	<0,010	± 0,002 mg/l	0,2	CUMPLE
FÓSFORO	Standard Methods Ed. 22, 2012, 4500-P B y 4500-P C	PA - 49.00	mg/l	1,53	± 0,17 mg/l	10,0	CUMPLE
ORTOFOSFATOS	Standard Methods Ed. 22, 2012, 4500-F B y 4500-P C	PA - 49.00	mg/l	5,54	± 0,14 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
CAUDAL(*)	FLUJÓMETRO/ VOLUMÉTRICO/ MOLINETE	POS - 28.00	l/s	312,80	± 0,01 l/s	NO APLICA	NO APLICA
COLOR REAL DILUCIÓN 1/20	Standard Methods Ed. 22, 2012, 2120 C	PA - 75.00	Pt-Co	0,00 ¹⁶	-	Inapreciable en dilución: 1/20	CUMPLE



REFERENCIAS Y OBSERVACIONES

La información (1), (2), (3), (4), (5) que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE

⁽¹⁾ Acuerdo Ministerial N° 097-A, TULSMA, Libro VI, Anexo 1, Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua. Tabla 2, Criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuarios. Criterio de Calidad: Agua Dulce

⁽²⁾ Para el cálculo de Carga Contaminante se utilizan los resultados de Caudal, Sólidos Suspendedos, Demanda Química de Oxígeno y Demanda Bioquímica de Oxígeno

⁽³⁾ Acuerdo Ministerial N° 097-A, TULSMA, Libro VI, Anexo 1, Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua. Tabla 2, Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce.

⁽⁴⁾ La apreciación del color se estima sobre 10 cm de muestra filtrada.

⁽⁵⁾ Criterio de resultados.

⁽⁶⁾ Los valores reportados se encuentran fuera del rango de acreditación del SAE para Color de 0,51 a 153 Pt-Co

DETERMINACIÓN DEL ICA EN CUERPOS HÍDRICOS DEL CANTÓN RUMIÑAHUI, EN UN PERIODO COMPRENDIDO ENTRE EL 2017 - 2021

Activar
Ve a Confir



GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL
DEL CANTÓN RUMIÑAHUI

CALIDAD DE AGUAS NATURALES / RÍO SAN NICOLÁS



CLIENTE: GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTÓN RUMIÑAHUI
ATENCIÓN: INGENIERA LUCÍA SUÁREZ
PROYECTO: CALIDAD DE AGUAS NATURALES / RÍO SAN NICOLÁS
DIRECCIÓN: CANTÓN: RUMIÑAHUI / PROVINCIA: PICHINCHA

Ilustración 23. Protocolo monitoreo aguas arriba río Cachaco, junio 2021
Elaborado por: Lucía Vannesa Suárez Bastidas

DETERMINACIÓN DEL ICA EN CUERPOS HÍDRICOS DEL CANTÓN RUMIÑAHUI, EN UN PERIODO COMPRENDIDO ENTRE EL 2017 - 2021



ALS Ecuador
De Los Eucaliptos E3-23 y De Los Cipreses
Quito, Ecuador
T: +59 3 2280 8877

PROTOCOLO: 289 502/20 21-1.0	RU-49
SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	Revisión: 13
	Página 1 de 4

NOMBRE DEL CLIENTE: GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO MUNICIPAL DEL CANTÓN RUMIÑAHUI
DIRIGIDO EN ATENCIÓN A: INGENIERA LUCÍA SUÁREZ
NOMBRE DEL PROYECTO: CALIDAD DE AGUAS NATURALES / RÍO SAN NICOLÁS
DIRECCIÓN DEL PROYECTO: CANTÓN: RUMIÑAHUI / PROVINCIA: PICHINCHA
MUESTREO REALIZADO POR: ALS ECUADOR ALSECU S.A. / INGENIERO EDISON CAZA - INGENIERO PEDRO CACUANGO - INGENIERO RAMIRO NÚÑEZ
PROCEDIMIENTO MUESTREO: POE-04.00 "MUESTREO DE AGUAS", SM 1000 A, B y C (*)
FECHA Y HORA DE RECEPCIÓN DE MUESTRAS: JUNIO 03 DEL 2021 / 14:40 / N° CADENA DE CUSTODIA: 0016308 / N° ESPECIFICACIÓN PLAN DE MUESTREO: NO APLICA
LUGAR DE ANÁLISIS: ALS ECUADOR ALSECU S.A. / QUITO - DE LOS EUCALIPTOS E3-23 Y DE LOS CIPRESSES
FECHA DE ANÁLISIS: JUNIO 02 AL 29 DEL 2021
FECHA DE EMISIÓN DE INFORME: 29 DE JUNIO DEL 2021

INFORMACIÓN DE LA MUESTRA

MATRIZ	AGUA SUPERFICIAL					
	CÓDIGO DE LABORATORIO	CÓDIGO DE MUESTREO	REFERENCIA	FECHA DE MUESTREO	HORA DE MUESTREO	COORDENADAS UTM WGS 84
31460-7	A7	Aguas Arriba Unión Río Cachaco	02/06/2021	14:40	17M0783256 9963988 ± 5m	Presencia de basura y desechos domésticos

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES

Laboratorio de Ensayo ALS ECUADOR ALSECU S.A. acreditado por el SAE con Acreditación N° SAE LEN 05-005.
 Los ensayos marcados con (*) no están incluidos en el alcance de acreditación del SAE.
 El resultado de Muestra, Faltas de forma parte del alcance de acreditación de ALS ECUADOR ALSECU S.A. y fue suministrado por el Laboratorio ALS PERU / ACREDITACIÓN N° INACALLE-029 (IAC - MPA).
 SM - Standard Method.
 EPA - Environmental Protection Agency.
 Los resultados solo se refieren a las muestras analizadas. ALS ECUADOR ALSECU S.A. declara toda responsabilidad por el uso de los resultados aquí presentados.
 *Si las condiciones de muestreo fueron controladas según los Procedimientos Correspondientes establecidos por ALS ECUADOR ALSECU S.A., éstas no inciden en los resultados que se describen en el presente informe.
 Este informe no podrá ser reproducido parcialmente, sin la autorización escrita de ALS ECUADOR ALSECU S.A.
 Sin la firma electrónica del Responsable Técnico y el sello de ALS ECUADOR ALSECU S.A., este informe no es válido.



Ilustración 23. Protocolo monitoreo aguas arriba río Cachaco, junio 2021 (continuación)
Elaborado por: Lucía Vannesa Suárez Bastidas

DETERMINACIÓN DEL ICA EN CUERPOS HÍDRICOS DEL CANTÓN RUMIÑAHUI, EN UN PERIODO COMPRENDIDO ENTRE EL 2017 - 2021



ALS Ecuador
De Los Eucaliptos E3-23 y De Los Cipreses
Quito, Ecuador
T: +593 2280 8877

PROTOCOLO: 289 502/2021-1.0	RU-49
SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	Revisión: 13
	Página 2 de 4

RESULTADOS OBTENIDOS

PARÁMETROS ANALIZADOS	METODOLOGÍA DE REFERENCIA	MÉTODO INTERNO ALS	UNIDAD	31489-7	INCERTIDUMBRE (K=2)	LÍMITE MÁXIMO PERMISIBLE ⁽¹⁾	CRITERIO DE RESULTADOS ⁽²⁾
				A7			
POTENCIAL HIDRÓGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-H+ A y 4500-H+ B	POB - 25.00	U pH	7,76	± 0,08 UpH	6,5 - 9	CUMPLE
COLOR REAL DILUCIÓN 1/20	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2120 C	PA - 75.00	Pt-Co	0,00 ⁽⁴⁾	-	10 ⁽⁴⁾ Inapreciable en dilución: 1:20	CUMPLE
TURBIDEZ	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2130 A y 2130 B	PA - 37.00	NTU	16,1	± 0,8 NTU	NO APLICA	NO APLICA
OXÍGENO DISUELT	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-O G	POB - 27.00	% de saturación	1 ⁽⁴⁾ 70,35	-	>80	NO CUMPLE
CAUDAL ⁽³⁾	FLOTADOR/ VOLUMÉTRICO/ MOLINETE	POB - 28.00	l/s	1056,00	± 0,01 l/s	NO APLICA	NO APLICA
DEMANDA BIOQUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5210 B	PA - 45.00	mg/l	25,68	± 2,53 mg/l	20	NO CUMPLE
DEMANDA QUÍMICA DE OXÍGENO	Standard Methods Ed. 23, 2017, 5220 D	PA - 01.00	mg/l	61,0	± 4,0 mg/l	40	NO CUMPLE
COLIFORMES FECALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F	PA - 66.00	NMP/100ml	540,0	± 1,4 NMP/100ml	1 ⁽²⁾ 2000	CUMPLE
COLIFORMES TOTALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9221 B, E y F	PA - 66.00	NMP/100ml	540,0	± 1,4 NMP/100ml	NO APLICA	NO APLICA
SÓLIDOS TOTALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2540 A y 2540 B	PA - 14.00	mg/l	300,0	± 3,2 mg/l	1 ⁽²⁾ 1600	CUMPLE
SÓLIDOS SUSPENDIDOS TOTALES	Standard Methods Ed. 23, 2017, 2540 A y 2540 D	PA - 16.00	mg/l	36,0	± 1,7 mg/l	max. incremento de 10% de la condición natural	CUMPLE

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES

La información (1), (2), (3), (4), (5) que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE

⁽¹⁾ Acuerdo Ministerial N° 097-A, TULSMA, Libro VI, Anexo 1, Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua. Tabla 2: Criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuarios. Criterio de Calidad: Agua Dulce.

⁽²⁾ Acuerdo Ministerial N° 097-A, TULSMA, Libro VI, Anexo 1, Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua. Tabla 9: Límites de descarga a un cuerpo de agua dulce.

⁽³⁾ La apreciación del caudal se estima sobre 10 cm de muestra dividida.

⁽⁴⁾ Oxígeno de Saturación calculado a partir del Oxígeno Disuelto (4,35 mg/l).

⁽⁵⁾ Criterio de Resultados, según EI-24 "Regio de Declaración de Conformidad de Resultados".

⁽⁶⁾ Los valores reportados se encuentran fuera del rango de acreditación del SAE para Color de 5,51 a 152 Pt-Co.

DETERMINACIÓN DEL ICA EN CUERPOS HÍDRICOS DEL CANTÓN RUMIÑAHUI, EN UN PERIODO COMPRENDIDO ENTRE EL 2017 - 2021



ALS Ecuador
De Los Eucaliptos E3-23 y De Los Cipreses
Quito, Ecuador
T: +593 2280 8877

PROTOCOLO: 289502/2021-1.0	R/49
SISTEMA INTEGRADO DE GESTIÓN	Revisión: 13
	Página 3 de 4

RESULTADOS OBTENIDOS

PARÁMETROS ANALIZADOS	METODOLOGÍA DE REFERENCIA	MÉTODO INTERNO ALS	UNIDAD	31460-7	INCERTIDUMBRE (M=2)	15 LIMITE MÁXIMO PERMISIBLE	16 CRITERIO DE RESULTADOS
				A7			
CARGA CONTAMINANTE (*)	Circularización Metropolitana N° 404, Resolución N° 000002-BA-2014, pg. 21	PA - 62.00	kg/h	12 279,240	-	NO APLICA	NO APLICA
ACEITES Y GRASAS IR	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9520 C	PA - 51.00	mg/l	0,49	±0,07 mg/l	0,3	NO CUMPLE
TENSOACTIVOS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 9540 A y 9540 C	PA - 12.00	mg/l	0,64	±0,03 mg/l	0,5	NO CUMPLE
HIROCARBUROS TOTALES DE PETRÓLEO	TNROC, Method 1005, Rev. 03, Junio 2001	PA - 10.00	mg/l	0,48	±0,04 mg/l	0,5	14 CUMPLE
NITRATOS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-NO ₃ -E	PA - 48.00	mg/l	2,55	±0,23 mg/l	13	CUMPLE
NITRITOS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-NO ₂ -E	PA - 13.00	mg/l	0,175 ¹¹	±0,005 mg/l	0,2	CUMPLE
FENOLES (*)	ISO 14402 1st. Ed. (Validado, 2019)	ALS PERU (PARÁMETRO ACREDITADO)	mg/l	<0,0006	±0,00008 mg/l	0,001	CUMPLE
FOSFATOS	Standard Methods Ed. 23, 2017, 4500-P B y 4500-P C	PA - 49.00	mg/l	1,83	±0,15 mg/l	NO APLICA	NO APLICA
CROMO TOTAL	EPA 3006 A, Rev. 01, 1992 EPA 6010 B, December 1996 Standard Methods Ed. 23, 2017, 3120 B	PA - 117.00	mg/l	<0,020	±0,00016 mg/l	0,032	CUMPLE
MERCURIO (*)	EPA Method 8020B Rev. 2, July (2014) (Validado Modificado, 2018)	ALS PERU (PARÁMETRO ACREDITADO)	mg/l	<0,00005	±0,000005 mg/l	0,0002	CUMPLE
PLOMO	EPA 3006 A, Rev. 01, 1992 EPA 6010 B, December 1996 Standard Methods Ed. 23, 2017, 3120 B	PA - 117.00	mg/l	<0,001	±0,000020 mg/l	0,001	CUMPLE

REFERENCIAS Y OBSERVACIONES

La información (1), (2), (3), (4) que se indican a continuación, están FUERA del alcance de acreditación del SAE.

¹⁵ Acuerdo Ministerial N° 007-A, TULSMA Libro VI, Anexo 1, Norma de calidad ambiental y de descarga de efluentes al recurso agua. Tabla 2: Criterios de calidad admisibles para la preservación de la vida acuática y silvestre en aguas dulces, marinas y de estuarios. Criterio de Calidad: Agua Dulce.

¹⁶ Para el cálculo de Carga Contaminante se utilizan los resultados de Caudal, Sólidos Suspendedos, Demanda Química de Oxígeno y Demanda Bioquímica de Oxígeno.

¹⁷ Criterio de Resultados, según EU-24 "Regla de Decisión de Conformidad de Resultados".

¹⁸ Probablemente cumple en un 97,7% de confianza.

¹⁹ Los valores reportados se encuentran fuera del rango de acreditación del SAE para Nitratos de 0,01 a 0,11 mg/l.

Right Solutions - Right Partner

www.alsglobal.com

Ilustración 23. Protocolo monitoreo aguas arriba río Cachaco, junio 2021 (continuación)
Elaborado por: Lucía Vannesa Suárez Bastidas

DETERMINACIÓN DEL ICA EN CUERPOS HÍDRICOS DEL CANTÓN RUMIÑAHUI, EN UN PERIODO COMPRENDIDO ENTRE EL 2017 - 2021

6. BIBLIOGRAFÍA

- (6 de mayo de 2016). Obtenido de ATDR:
https://www.atsdr.cdc.gov/es/toxfaqs/es_tfacts123.html
- (2022). Obtenido de Fundamentos del oxígeno disuelto:
<https://kascomarine.com/es/blog/basics-dissolved-oxygen/>
- (27 de 01 de 2022). Obtenido de Métodos, Análisis de Aguas, Determinación del DBO5:
http://www.drcalderonlabs.com/Metodos/Analisis_De_Aguas/Determinacion_de_DBO5.htm
- Ambiente, M. d. (2015). *Acuerdo Ministerial No. 097-A*. Quito: Lexis.
- AQUAE FUNDACION. (s.f.). Obtenido de AQUAE FUNDACION:
<https://www.fundacionaquae.org/wiki/descontaminacion-del-agua/>
- Brown, R., McClelland, N., & Deininger & Ronald, T. (s.f.). *A quarter quality index-do we dare?* Obtenido de A quarter quality index-do we dare?:
https://scholar.google.com/ec/scholar?q=brown+r+1970&hl=es&as_sdt=0&as_vis=1&oi=scholart
- Carrillo Alvarado, M. S., & Urgilés Calle, P. (2016). *Determinación del Índice de calidad de agua ICA-NSF de los ríos Mazar y Pindilig*. Obtenido de Determinación del Índice de calidad de agua ICA-NSF de los ríos Mazar y Pindilig:
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/23518/1/tesis.pdf>
- Castro, M., Almeida, J., Ferrer, J., & Díaz, D. (28 de octubre de 2014). *Indicadores de la Calidad del Agua: Evolución y tendencias a nivel global*. Obtenido de
<https://www.google.com/url?sa=t&rct=j&q=&esrc=s&source=web&cd=&ved=2ahUKEwj-s5P2gNb1AhUtSjABHdkZC6gQFnoECAMQAQ&url=https%3A%2F%2Frevista.s.ucc.edu.co%2Findex.php%2Fin%2Farticle%2Fdownload%2F811%2F770%2F0&usg=AOvVaw1LmI8RbZcDsX552HIBXKj2>
- Cattaneo, M. P., & López Sardi, E. M. (2013). Evolución de la calidad del agua de la cuenca Matanza-Riachuelo. 28. Obtenido de
<https://dspace.palermo.edu/ojs/index.php/cyt/article/view/110/50>
- Contreras, K. (julio de 2008). *El agua un recurso para preservar*. Obtenido de El agua un recurso para preservar:
<http://eventos.ula.ve/ciudadesostenible/documentos/pdf/agua.pdf>

DETERMINACIÓN DEL ICA EN CUERPOS HÍDRICOS DEL CANTÓN RUMIÑAHUI, EN UN PERIODO COMPRENDIDO ENTRE EL 2017 - 2021

- Coral Carillo, K. (2013). Evaluación y Control de la Contaminación de Aguas Residuales. En K. C. Carrillo, *Evaluación y Control de la Contaminación de Aguas Residuales* (pág. 133).
- Ecología Verde*. (s.f.). Obtenido de <https://www.ecologiaverde.com/descontaminacion-del-agua-que-es-y-metodos-2610.html>
- Fernández Cirelli, A., & Volpedo, A. V. (s.f.). *Indicadores físico-químicos: ¿qué, cómo y cuánto reflejan la calidad del agua?* Obtenido de https://ri.conicet.gov.ar/bitstream/handle/11336/142626/CONICET_Digital_Nro.5bc763c6-6de6-4e8b-b35e-6c6692f7cca1_A.pdf?sequence=2&isAllowed=y
- Folleto Informativo Temperatura*. (s.f.). Obtenido de https://www.waterboards.ca.gov/water_issues/programs/swamp/docs/cwt/guidance/3120sp.pdf
- foresecuador.com*. (19 de febrero de 2019). Obtenido de <http://www.foresecuador.ec/forum/ecuador/educaci%C3%B3n-y-ciencia/178231-los-r%C3%ADos-del-ecuador-m%C3%A1s-importantes-mapa-nombres-y-caracter%C3%ADsticas>
- Guerra Zambrano, E. R. (Mayo de 2009). Recuperación Hidrosanitaria del río San Nicolás. *Recuperación Hidrosanitaria del río San Nicolás*, 219. Sangolquí, Pichincha, Ecuador.
- Índices de Calidad de Agua, Índices de Contaminación*. (28 de 11 de 2013). Obtenido de <https://limnologiauniquindio.files.wordpress.com/2013/03/c3adndices-de-calidad-de-agua.pdf>
- Jairo Alberto, R. R. (2009). *Calidad de Agua*. Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.
- Jiménez J, M. A., & Vélez O, M. V. (2006). *Avances en Recursos Hidráulicos*. Medellín.
- Jiménez Morales, S. (30 de mayo de 2012). *Estudio teórico para el control de la contaminación por grasas y aceites generada por la actividad industrial, doméstica y de servicios*. Obtenido de <https://tesis.ipn.mx/jspui/bitstream/123456789/18479/1/25-1-16898.pdf>
- Loné, P. P. (28 de 09 de 2016). *IAGUA*. Obtenido de IAGUA: <https://www.iagua.es/blogs/pedro-pablo-lone/indicadores-calidad-agua>
- Mancheno Domínguez, G. A., & Jaramillo Sánchez, C. A. (enero de 2015). *Evaluación de la calidad del agua en la quebrada Huarmiyacu del cantón Urcuquí, provincia de Imbabura para el prediseño de la planta de potabilización de agua para consumo*

DETERMINACIÓN DEL ICA EN CUERPOS HÍDRICOS DEL CANTÓN RUMIÑAHUI, EN UN PERIODO COMPRENDIDO ENTRE EL 2017 - 2021

humano de las poblaciones de San Blas y Urcuquí. Obtenido de <https://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/9219?locale=de>

Monitoreo de aguas urbanas. (17 de noviembre de 2018). Obtenido de <http://www.aguasurbanas.ei.udelar.edu.uy/index.php/2018/11/17/conceptos-sobre-monitoreo-de-calidad-de-agua/>

Padilla, S. (2021). Obtenido de <https://economipedia.com/definiciones/indice-de-progreso-social.html>

Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial 2020 -2025. (2020). Rumiñahui.

Ríos. (s.f.). Obtenido de Ríos:

https://www.ambientum.com/enciclopedia_medioambiental/aguas/rios.asp

Samboni Ruiz, N. E., Carvajal Escobar, Y., & Escobar, J. C. (septiembre de 2017).

Ingeniería de la Investigación. Obtenido de Ingeniería de la Investigación:

http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-56092007000300019

Servicio Nacional de Estudios Territoriales . (27 de 01 de 2022). Obtenido de Servicio Nacional de Estudios Territoriales :

<http://www.snet.gob.sv/Hidrologia/Documentos/calculoICA.pdf>

Sevilla, G. d. (10 de 02 de 2022). *Ambientum.* Obtenido de Ambientum:

https://www.ambientum.com/enciclopedia_medioambiental/aguas/determinacion_materiaorganica.asp

Sigler, A., & Bauder, J. (s.f.). *Educación en el Agua de Pozo.* Obtenido de Educación en el Agua de Pozo:

http://region8water.colostate.edu/PDFs/we_espanol/Alkalinity_pH_TDS%202012-11-15-SP.pdf

Valdivielso, A. (s.f.). *IAGUA.* Obtenido de IAGUA:

<https://www.iagua.es/respuestas/que-es-agua>

DETERMINACIÓN DEL ICA EN CUERPOS HÍDRICOS DEL CANTÓN RUMIÑAHUI, EN UN PERIODO COMPRENDIDO ENTRE EL 2017 - 2021

7. TABLAS

Tabla 1. Ríos del cantón Rumiñahui.....	12
Tabla 2. Indicadores de calidad de agua.....	15
Tabla 3. Características de los puntos de monitoreo del río San Nicolás.....	18
Tabla 4. Parámetros utilizados en la determinación del ICA y parámetros de ponderación	20
Tabla 5. Calidad del agua asociada al valor del ICA (Escala de clasificación del ICA- NSF)	24
Tabla 6. Normativa Ambiental vigente de acuerdo al parámetro analizado	25
Tabla 7. Calidad del agua asociada al valor del IC.....	27
Tabla 8. Análisis del ICA en el año 2017 por mes en cada punto de muestreo	29
Tabla 9. Análisis del ICA en el año 2018 por mes en cada punto de muestreo	30
Tabla 10. Análisis del ICA en el año 2019 por mes en cada punto de muestreo	32
Tabla 11. Análisis del ICA en el año 2021 por mes en cada punto de muestreo	33
Tabla 12. Análisis del IC en el año 2017 por mes en cada punto de muestreo	36
Tabla 13. Análisis del IC en el año 2018 por mes en cada punto de muestreo	38
Tabla 14. Análisis del IC en el año 2019 por mes en cada punto de muestreo	39
Tabla 15. Análisis del IC en el año 2021 por mes en cada punto de muestreo	41

DETERMINACIÓN DEL ICA EN CUERPOS HÍDRICOS DEL CANTÓN RUMIÑAHUI, EN UN PERIODO COMPRENDIDO ENTRE EL 2017 - 2021

8. ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Mapa de ríos del cantón Rumiñahui	17
Ilustración 2. Análisis del ICA del año 2017.....	28
Ilustración 3. Variación del ICA mensual 2017.....	29
Ilustración 4. Análisis del ICA del año 2018.....	30
Ilustración 5. Variación del ICA mensual 2018.....	31
Ilustración 6. Análisis del ICA del año 2019.....	31
Ilustración 7. Variación del ICA mensual 2019.....	32
Ilustración 8. Análisis del ICA del año 2021.....	33
Ilustración 9. Variación del ICA mensual 2021.....	34
Ilustración 10. Variación del ICA anual.....	35
Ilustración 11. Análisis del ICA global.....	35
Ilustración 12. Análisis del IC del año 2017.....	36
Ilustración 13. Variación mensual del 2017	37
Ilustración 14. Análisis del IC del año 2018.....	37
Ilustración 15. Variación mensual del 2018	38
Ilustración 16. Análisis del IC del año 2019.....	39
Ilustración 17. Variación mensual del 2019	40
Ilustración 18. Análisis del IC del año 2021.....	40
Ilustración 19. Variación mensual del 2021	41
Ilustración 20. Variación del IC anual.....	42
Ilustración 21. Análisis del IC global.....	42
Ilustración 22. Protocolo monitoreo calle Cerro Hermoso, agosto 2018	51
Ilustración 23. Protocolo monitoreo aguas arriba río Cachaco, junio 2021.....	55

DETERMINACIÓN DEL ICA EN CUERPOS HÍDRICOS DEL CANTÓN RUMIÑAHUI, EN UN PERIODO COMPRENDIDO ENTRE EL 2017 - 2021

9. ECUACIONES

Ecuación 1. Cálculo del ICA	19
Ecuación 2. % Saturación de Oxígeno	22
Ecuación 3. Coliformes fecales	22
Ecuación 4. pH.....	23
Ecuación 5. Demanda Bioquímica de Oxígeno	23
Ecuación 6. Nitratos.....	23
Ecuación 7. Fosfatos.....	23
Ecuación 8. Temperatura	23
Ecuación 9. Turbidez	23
Ecuación 10. Sólidos Disueltos Totales.....	24
Ecuación 11. Cálculo del IC	27
Fotografía 1. Punto ubicado en el puente que une el barrio Salgado con Cotogchoa, sector Hacienda San Agustín 03.06.2021 (Lucía Vannesa Suárez Bastidas)	46
Fotografía 2. Punto ubicado en el puente de Turucucho 03.06.2021 (Lucía Vannesa Suárez Bastidas).....	46
Fotografía 3. Punto ubicado en el puente de Turucucho 29.07.2021 (Lucía Vannesa Suárez Bastidas).....	47
Fotografía 4. Punto ubicado en el puente de Turucucho 29.07.2021 (Lucía Vannesa Suárez Bastidas).....	47
Fotografía 5. Punto ubicado aguas arriba del río Cachaco 29.07.2021 (Lucía Vannesa Suárez Bastidas).....	48
Fotografía 6. Punto ubicado en la calle Cerro Hermoso 29.07.2021 (Lucía Vannesa Suárez Bastidas).....	48