



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Índice de Calidad Ambiental de Recursos Hídricos Superficiales
para la Gestión de Calidad del Agua, Subcuenca del Río
Cotahuasi, Arequipa, 2021**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO AMBIENTAL**

AUTOR:

Fuentes Torres, Alberto Giancarlo (ORCID: 0000-0002-2287-1064)

ASESOR:

Dr. Túllume Chavesta, Milton César (ORCID:0000-0002-0432-2459)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

LIMA – PERÚ

2021

Dedicatoria

A Dios nuestro Señor y a la Santísima Virgen María por haberme guiado en este largo camino, dándome fuerza en los momentos difíciles y paz en el alma.

A la memoria de mis abuelos que hoy gozan del descanso eterno junto al padre celestial.

A mis queridos padres José y Lucy por su apoyo incondicional durante toda mi vida, a mi hermano por su apoyo y a Solange por su apoyo incondicional.

Agradecimiento

A todas mis tías por su cariño y las palabras de aliento que desde pequeño me formaron y estimularon a mejorar.

A mi asesor por su paciente orientación en el desarrollo de esta investigación.

A todas personas que contribuyeron y me apoyaron en el desarrollo de esta investigación.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTO.....	iii
ÍNDICE DE CONTENIDOS.....	iv
ÍNDICE DE TABLAS.....	v
ÍNDICE DE FIGURAS.....	vi
LISTA DE ANEXOS.....	viii
ÍNDICE DE ABREVIATURAS.....	ix
RESUMEN.....	x
ABSTRACT.....	xi
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	6
III. METODOLOGÍA.....	13
3.1. Tipo y diseño de la investigación.....	13
3.2. Variables y operacionalización.....	14
3.2.1. Variable independiente.....	14
3.2.2. Variable dependiente.....	14
3.3. Población, muestra, muestreo.....	15
3.3.1. Población.....	15
3.3.2. Muestra.....	17
3.3.3. Muestreo.....	17
3.3.4. Unidad de Análisis.....	18
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	18
3.4.1. Técnicas de recolección de datos.....	18
3.4.2. Instrumentos de recolección de datos.....	19
3.5. Validez y confiabilidad de los Instrumentos de Medición.....	19
3.5.1. Validez.....	19
3.5.2. Confiabilidad.....	20
3.6. Procedimiento.....	21
3.6.1. Índice de Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales - ICARHS.....	21
3.6.2. Definición de la zona de estudio.....	21
3.6.3. Definición del periodo de tiempo.....	23
3.6.4. Recopilación y síntesis de datos.....	23
3.6.5. Determinación del ICARHS.....	24
3.6.6. Gestión de la Calidad del Agua.....	27
3.7. Métodos de análisis de datos.....	27
3.8. Aspectos Éticos.....	27
IV. RESULTADOS.....	28
V. DISCUSIÓN.....	55
VI. CONCLUSIONES.....	59
VII. RECOMENDACIONES.....	60

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Antecedentes históricos y codificación final de la red de puntos de monitoreo subcuenca Cotahuasi	16
Tabla 2.	Frecuencia de monitoreo en puntos de la subcuenca Cotahuasi	17
Tabla 3.	Validez de instrumentos de recolección de datos por juicio de expertos	20
Tabla 4.	Interpretación del coeficiente de confiabilidad	20
Tabla 5.	Red de monitoreo de calidad de agua de la subcuenca Cotahuasi	23
Tabla 6.	Resultados de parámetros de materia orgánica registrados en el punto QRedo1 entre el periodo 2012-2021	28
Tabla 7.	Resultados de parámetros físico-químico, metal registrados en el punto QRedo1 entre el periodo 2012-2021	30
Tabla 8.	Resultados de parámetros de materia orgánica registrados en el punto QRedo2 entre el periodo 2012-2019	31
Tabla 9.	Resultados de parámetros físico-químico, metal registrados en el punto QRedo2 entre el periodo 2012-2019	32
Tabla 10.	Resultados de parámetros de materia orgánica registrados en el punto RAcad1 entre el periodo 2015-2021	33
Tabla 11.	Resultados de parámetros físico-químico, metal registrados en el punto RAcad1 entre el periodo 2012-2021	34
Tabla 12.	Resultados de parámetros de materia orgánica registrados en el punto RCush1 entre el periodo 2015-2021	36
Tabla 13.	Resultados de parámetros físico-químico, metal registrados en el punto RCush1 entre el periodo 2015-2021	37
Tabla 14.	Resultados de parámetros de materia orgánica registrados en el punto RCota1 entre el periodo 2012-2021	38
Tabla 15.	Resultados de parámetros físico-químico, metal registrados en el punto RCota1 entre el periodo 2012-2021	39
Tabla 16.	Resultados de parámetros de materia orgánica registrados en el punto QChac1 entre el periodo 2012-2021	41
Tabla 17.	Resultados de parámetros físico-químico, metal registrados en el punto QChac1 entre el periodo 2012-2021	45
Tabla 18.	Resultados de parámetros de materia orgánica registrados en el punto RCota3 entre el periodo 2012-2018	46
Tabla 19.	Resultados de parámetros físico-químico, metal registrados en el punto RCota1 entre el periodo 2012-2018	47
Tabla 20.	Análisis de correspondencias de la gestión de la calidad del agua y los puntos de muestreo de la subcuenca del río Cotahuasi	49
Tabla 21.	Estado de calidad de agua ICARHS, según la gestión de la calidad del agua, de la subcuenca del río Cotahuasi, Arequipa, 2021	50
Tabla 22.	Subíndices del ICARHS, según la gestión de la calidad del agua, de la subcuenca del río Cotahuasi, Arequipa, 2021	52

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.	Zonificación una cuenca hidrográfica.....	6
Figura 2.	División de una cuenca hidrográfica.	7
Figura 3.	Tipos de Cuencas Hidrográficas.....	8
Figura 4.	Etapas del Monitoreo de Calidad de Agua Superficial.....	10
Figura 5.	Flujograma del proceso de ejecución de la investigación.	21
Figura 6.	Subcuenca del rio Cotahuasi.....	22
Figura 7.	Parámetros de evaluación ICARHS.....	24
Figura 8.	Factores para el cálculo del ICARHS.....	25
Figura 9.	Fórmula para el cálculo del ICARHS	26
Figura 10.	Valoración del ICARHS. Tomado de (ANA, 2020, p. 9).....	26
Figura 11.	Representación gráfica del porcentaje de variación temporal de la concentración de Oxígeno Disuelto en el punto QRedo1.....	28
Figura 12.	Representación gráfica del porcentaje de variación temporal de la concentración de Fosforo en el punto QRedo1.	29
Figura 13.	Representación gráfica del porcentaje de variación temporal de los niveles de pH en el punto QRedo1.....	30
Figura 14.	Representación gráfica del porcentaje de variación temporal de las concentraciones de Plomo en el punto QRedo1.....	31
Figura 15.	Representación gráfica del porcentaje de variación temporal de las concentraciones de Oxígeno Disuelto en el punto QRedo2.....	32
Figura 16.	Representación gráfica del porcentaje de variación temporal de las concentraciones de Plomo en el punto QRedo2.....	33
Figura 17.	Representación gráfica del porcentaje de variación temporal de las concentraciones de Fosforo en el punto RAcal1.	34
Figura 18.	Representación gráfica del porcentaje de variación temporal de las concentraciones de Plomo en el punto RAcal1.	35
Figura 19.	Representación gráfica del porcentaje de variación temporal de las concentraciones de Zinc en el punto RAcal1	35
Figura 20.	Representación gráfica del porcentaje de variación temporal de las concentraciones de Fosforo en el punto RCush1	36
Figura 21.	Representación gráfica del porcentaje de variación temporal de las concentraciones de Plomo en el punto RCush1	37
Figura 22.	Representación gráfica del porcentaje de variación temporal de las concentraciones de Fósforo en el punto RCota1.....	38
Figura 23.	Representación gráfica del porcentaje de variación temporal de las concentraciones de Coliformes Termotolerantes en el punto RCota1.....	39
Figura 24.	Representación gráfica del porcentaje de variación temporal de los niveles de pH en el punto RCota1.....	40
Figura 25.	Representación gráfica del porcentaje de variación temporal de las concentraciones de Plomo en el punto RCota1.....	41
Figura 26.	Representación gráfica del porcentaje de variación temporal de las concentraciones de Oxígeno Disuelto en el punto QChac1	42
Figura 27.	Representación gráfica del porcentaje de variación temporal de las concentraciones de DBO ₅ en el punto QChac1.....	43
Figura 28.	Representación gráfica del porcentaje de variación temporal de las concentraciones de Fósforo en el punto QChac1.....	43
Figura 29.	Representación gráfica del porcentaje de variación temporal de las concentraciones de Coliformes Termotolerantes en el punto QChac1.....	44
Figura 30.	Representación gráfica del porcentaje de variación temporal de las concentraciones de Plomo en el punto QChac1.....	45

Figura 31. Representación gráfica del porcentaje de variación temporal de las concentraciones de Zinc en el punto QChac1.....	46
Figura 32. Representación gráfica del porcentaje de variación temporal de las concentraciones de Fósforo en el punto RCota3.....	47
Figura 33. Representación gráfica del porcentaje de variación temporal de las concentraciones de Plomo en el punto RCota3.....	48
Figura 34. Diagrama biespacial del análisis de correspondencias simples de la gestión de la calidad del agua según puntos de muestreo de la subcuenca del río Cotahuasi	51
Figura 35. Niveles de los subíndices 1 y 2 del ICARHS según punto de muestreo de la subcuenca del río Cotahuasi	54

LISTA DE ANEXOS

- Anexo I.** Declaratoria de Originalidad
- Anexo II.** Estándares de Calidad Ambiental para Agua Categoría 4
- Anexo III.** Solicitud de validación de instrumento de investigación
- Anexo IV.** Matriz de Operacionalización de Variables
- Anexo V.** Matriz de sistematización y cálculo del ICARHS
- Anexo VI.** Encuesta – Estado de la gestión de la calidad del agua
- Anexo VII.** Informe de juicio de expertos para validación de instrumentos
- Anexo VIII.** Solicitud de acceso a la información
- Anexo IX.** Solicitud de acceso a la información
- Anexo X.** Respuesta de la Autoridad Nacional del Agua a solicitud de información
- Anexo XI.** Cálculo del ICARHS en el punto QRedo1
- Anexo XII.** Cálculo del ICARHS en el punto QRedo2
- Anexo XIII.** Cálculo del ICARHS en el punto RAcal1
- Anexo XIV.** Cálculo del ICARHS en el punto RCush1
- Anexo XV.** Cálculo del ICARHS en el punto RCota1
- Anexo XVI.** Cálculo del ICARHS en el punto QChac1
- Anexo XVII.** Cálculo del ICARHS en el punto RCota3
- Anexo XVIII.** Ubicación de puntos de monitoreo evaluados

ÍNDICE DE ABREVIATURAS

ANA : Autoridad Nacional del Agua

DBO₅ : Demanda Bioquímica de Oxígeno

ECA : Estándar de Calidad Ambiental

ICARHS : Índice de Calidad Ambiental de los Recursos Hídricos Superficiales

mg/L : Miligramos por litro

MINAM : Ministerio del Ambiente

MP : Monitoreo Participativo

NMP : Numero más probable

OEFA : Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental

pH : Potencial de Hidrogeno

RESUMEN

La presente investigación muestra la evaluación de la calidad en siete (07) puntos de monitoreo ubicados en los principales cuerpos de agua de la subcuenca Cotahuasi haciendo uso del Índice de Calidad Ambiental de los Recursos Hídricos Superficiales – ICARHS, siendo el objetivo principal estimar la correspondencia de dichos índices con los diferentes aspectos de la gestión de la calidad del agua desarrollada por diferentes actores en la citada unidad hidrográfica. Respecto a los resultados se obtuvo que calidad de los recursos hídricos superficiales mejora significativamente la gestión de la calidad de agua en la subcuenca del río Cotahuasi, que se expresa en altos índices de correlación entre los valores ICARHS calificados como Excelentes y una gestión de la calidad del agua Eficiente, Buenos con una gestión de calidad del agua Regular y Pésimos con una calidad de gestión del agua Deficiente. Así mismo se determinó que el monitoreo a través de puntos de muestreo y los parámetros de materia orgánica agrupados en el subíndice S1 tuvieron incidencia en los resultados obtenidos al definir la calificación de los índices ambientales en cada punto y en consecuencia su relación con la gestión de la calidad.

Palabras clave: ICARHS, gestión de la calidad, subcuenca del río Cotahuasi.

ABSTRACT

The present research shows the evaluation of the quality in seven (07) monitoring points located in the main water bodies of the Cotahuasi sub-basin using the Environmental Quality Index of Surface Water Resources - ICARHS, the main objective being to estimate the correspondence of these indexes with the different aspects of water quality management developed by different actors in the aforementioned hydrographic unit. The results showed that the quality of surface water resources significantly improves water quality management in the Cotahuasi river sub-basin, which is expressed in high correlation indexes between ICARHS values rated as Excellent and Efficient water quality management, Good with Regular water quality management, and Poor with Deficient water quality management. It was also determined that the monitoring through sampling points and the organic matter parameters grouped in the S1 subindex had an impact on the results obtained when defining the qualification of the environmental indexes at each point and consequently their relationship with quality management.

Key words: ICARHS, quality management, Cotahuasi river sub-basin.

I. INTRODUCCIÓN

La subcuenca del río rio Cotahuasi al igual que otras importantes unidades hidrográficas a nivel nacional, actualmente viene sufriendo cambios negativos en su calidad agua, debido a los impactos negativos generados las actividades humanas desarrolladas a lo largo del recorrido de sus principales ríos, ocasionados principalmente por la disposición inadecuada de residuos sólidos y la descarga de agua residual sin tratamiento. Dichos cambios si bien han sido reportados por diferentes autoridades gubernamentales especializadas a través de información técnica y jurídica, no han podido ser plasmados en datos concluyentes que permitan dar a conocer el estado situacional de la calidad de principales cursos de agua bajo un lenguaje sencillo y de fácil socialización hacia los principales actores sociales y políticos de la zona, lo que se refleja en la escasez de planes de gestión preventivos y la mitigación de las principales fuentes de contaminación.

En las últimas décadas, el medio ambiente, los servicios ecosistémicos y el entorno asociado a los principales sistemas fluviales están sometidos a presiones antrópicas que han ocasionado cambios en las características fisicoquímicas y orgánicas del agua; dentro las principales actividades que provocan este notable deterioro en las cuencas hidrográficas se tiene: al vertido de aguas residuales sin tratamiento, al aporte de sedimentos producto de la remoción de sustratos, la deforestación, el ingreso de material particulado y pesticidas provenientes de la agricultura y la disposición directa de residuos sólidos en los principales cauces. (Revista Mexicana de Biodiversidad, 2016, p. 373). Por lo tanto, la trascendencia de la valoración del estado situacional del agua en base a sus características físicas químicas y biológicas radica en su condición de actividad base para el desarrollo de estrategias de gestión y control que permitan una asignación óptima de recursos para el diseño de planes de acción preventivos y correctivos que busquen mitigar el declive en la calidad de los principales cuerpos de agua loticos, lenticos y subterráneos.

Es frecuente encontrar cantidades significativas de datos oficiales sobre la calidad del agua en documentos emitidos por entidades estatales y privadas, que nunca han sido analizados adecuadamente. Teniendo en cuenta esta situación, los

indicadores e índices de calidad del agua resultan ser instrumentos prácticos que permiten expresar el estado situacional de la calidad del cuerpo de agua seleccionado para evaluación, en un intervalo de tiempo determinado. (Casillas *et al.* 2021, p.1).

Se puede definir como índices de calidad de agua (ICA) a los modelos de comunicación con base científica, capaces de convertir datos de calidad del agua con múltiples variables a una única unidad de menos dígitos que describe la calidad general del agua; así mismo no buscan sustituir a los análisis detallados sino ser herramientas complementarias que proporcionen una plataforma estructurada para evaluar y comparar el estado de la calidad ambiental en la red hídrica que integra una cuenca hidrográfica, con la finalidad de ayudar a los expertos en calidad del agua, autoridades públicas y ciudadanía en general, a través de la socialización de los resultados del el estado situacional de calidad del agua de manera más coherente, continua y simplificada (Banda & Kumarasamy, 2019, p. 1).

En el Perú los impactos del cambio climático se manifiestan progresivamente en la escasez del agua, a lo que se suma el problema de degradación progresiva de su calidad y las medidas insuficientes del Estado en busca de garantizar la disponibilidad y conservación del agua como bien de primera necesidad. Esto hace que, de no adoptar medidas de fondo respecto a esta problemática, persistirán en el país las graves amenazas y efectos sobre la salud de la población, el acceso a una alimentación saludable, la conservación de ecosistemas y el desarrollo socioeconómico sostenible. (Espinoza, 2017, p. 14).

A tal efecto, inicialmente en el año 2018 la Autoridad Nacional del Agua (ANA) publica la “Metodología para la Determinación del Índice de Calidad de Agua (ICA-PE), aplicado a los cuerpos de agua continentales superficiales”, instrumento que por primera vez, buscaba representar la condición de la calidad de determinado cuerpo de agua a través del análisis de parámetros preestablecidos y la asignación de un valor cualitativo (Autoridad Nacional del Agua [ANA], 2018, p. 2). No obstante, esta institución en el año 2020 a través de la R.J. N° 084-2020-ANA deroga dicho instrumento para dar paso a la metodología “Índice de Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales (ICARHS)” como nueva herramienta con base internacional,

para su empleo en la gestión de la calidad del agua en el país, basada en el otorgamiento de una calificación cualitativa de los niveles de sensibilidad evaluados comparativamente en un espacio de tiempo en los cuerpos de agua.

Independientemente a la disponibilidad de instrumentos metodológicos que evalúen la calidad de agua superficial, en el Perú esta actividad en la actualidad se desarrolla con un enfoque técnico - jurídico, a través del análisis comparativo de resultados de los diversos monitoreos ejecutados por las autoridades sectoriales con los denominados Estándares de Calidad Ambiental (ECA) vigentes, actividad que si bien brinda información respecto a las concentraciones de diversos indicadores fisicoquímicos, orgánicos y biológicos en masas de agua y su grado de cumplimiento respecto a los dispositivos legales correspondientes (ECA, LMP), no termina de establecer una característica que defina el estado de la calidad final del agua, a partir de una escala predefinida expresada valores cualitativos (malo, regular, bueno, etc.), que permita establecer un sistema de gestión articulado en base a problemas y necesidades específicos.

La Reserva Paisajística de la Subcuenca del río Cotahuasi, se localiza en la provincia de la Unión del departamento de Arequipa, fue establecida como área natural protegida el 28 de mayo del 2005 a través del Decreto Supremo N° 027-2005-AG, debido a su excepcional valor biológico, ecológico, cultural y paisajístico que se encuentran estrechamente ligados a la diversidad de pisos ecológicos que presenta cañón del río Cotahuasi, cuerpo de agua principal de este espacio territorial. (SERNANP, 2019), esto hace que la estimación del Índice de Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales (ICARHS) en los principales cursos de agua de la subcuenca del río Cotahuasi sea de crucial importancia, a fin de evaluar el efecto de las crecientes actividades antrópicas y fuentes de contaminación presentes a lo largo de su recorrido sobre sus características naturales, con el objetivo de promover entre los principales actores de la subcuenca la implementación de medidas preventivas y correctivas que garanticen el cuidado de tan importante cuerpo de agua, de los ecosistemas asociados y por consecuencia de las actividades socioeconómicas y turísticas que se encuentran estrechamente vinculadas a su conservación .

Sobre la base de realidad problemática presentada se planteó el problema general y los problemas específicos de la investigación. El problema general de la investigación fue ¿Cómo el índice de calidad ambiental de los recursos hídricos superficiales incide en la gestión de la calidad del agua, subcuenca del río Cotahuasi, Arequipa, 2021? Los problemas específicos de la investigación fueron los siguientes:

- **PE1:** ¿Cuál es el estado de la gestión de la calidad ambiental que incide en la gestión de la calidad del agua, subcuenca del río Cotahuasi, Arequipa, 2021?
- **PE2:** ¿De qué manera el monitoreo en puntos de muestreo incide en la gestión de la calidad del agua, subcuenca del río Cotahuasi, Arequipa, 2021?
- **PE3:** ¿En qué medida los parámetros de materia orgánica y físico-químico metal inciden en la gestión de la calidad del agua, subcuenca del río Cotahuasi, Arequipa, 2021?

El objetivo general fue determinar si el índice de calidad ambiental de los recursos hídricos superficiales mejora en la gestión de la calidad de agua, subcuenca del río Cotahuasi, Arequipa, 2021:

- **OE1:** Identificar si el estado de calidad de agua incide en la gestión de la calidad del agua, subcuenca del río Cotahuasi, Arequipa, 2021.
- **OE2:** Analizar si el monitoreo en puntos de muestreo incide en la gestión de la calidad del agua, subcuenca del río Cotahuasi, Arequipa, 2021.
- **OE3:** Evaluar si los parámetros de materia orgánica y físico-químico metal inciden en la gestión de la calidad del agua, subcuenca del río Cotahuasi, Arequipa, 2021.

La hipótesis general fue que la calidad ambiental de los recursos hídricos superficiales mejora significativamente la gestión de la calidad de agua, subcuenca del río Cotahuasi, Arequipa, 2021. Las hipótesis específicas de la investigación fueron los siguientes:

- **HE1:** El estado de la calidad ambiental incide en la gestión de la calidad del agua, subcuenca del río Cotahuasi, Arequipa, 2021.

- **HE2:** El monitoreo en puntos de muestreo incide en la gestión de la calidad del agua, subcuenca del río Cotahuasi, Arequipa, 2021.
- **HE3:** Los parámetros de materia orgánica y físico-químico metal inciden en la gestión de la calidad del agua, subcuenca del río Cotahuasi, Arequipa, 2021.

La presente investigación se justifica teóricamente, por que proporciona por primera vez información técnica acerca del estado situacional de la calidad del agua en la Subcuenca Cotahuasi en forma simplificada y comprensible.

Como justificación práctica, la investigación a través de sus resultados contribuirá a facilitar la difusión del estado de la calidad del agua superficial de la Subcuenca Cotahuasi al público no especializado y los principales actores sectoriales, para de esta forma incrementar el nivel de concientización acerca de los efectos de la contaminación de las principales masas de agua presentes en su demarcación territorial, por efecto antropogénico que repercutan en la en el desarrollo de acciones que garanticen su conservación.

Por otro lado, se justifica metodológicamente, ya que se efectuará un estudio cualitativo haciendo uso de una metodología aprobada recientemente por la Autoridad Nacional del Agua, entidad rectora de la gestión de los recursos hídricos a nivel nacional, generando de esta forma un precedente en su empleo como herramienta de gestión.

II. MARCO TEÓRICO

Una cuenca hidrográfica es la zona de captación de la escorrentía superficial que alimenta un sistema fluvial. Está definida por la zona de drenaje aguas arriba de una determinada sección territorial limitada por una divisoria topográfica natural (Divortium Aquarium), hacia un colector común denominado río principal. (Vásquez *et al.* 2016, p. 13). La cuenca hidrográfica se considera la unidad natural de control y uso de las aguas superficiales y subterráneas, que se encuentra formado por un conjunto de subcuencas y microcuencas, cuya entrada es el volumen de agua precipitada y cuya salida es el volumen de agua drenado por la desembocadura.

Sin embargo, se trata de un sistema abierto, ya que no toda la precipitación (entrada de agua) se convierte en escorrentía en la salida (desagüe) o se almacena en la propia cuenca. Hay pérdidas intermedias, relativas a los volúmenes evaporados, transpirados (por la vegetación) o infiltrados en profundidad. Estos volúmenes de agua representan la parte del aporte al sistema que se "pierde" en la atmósfera o en las capas profundas del subsuelo.

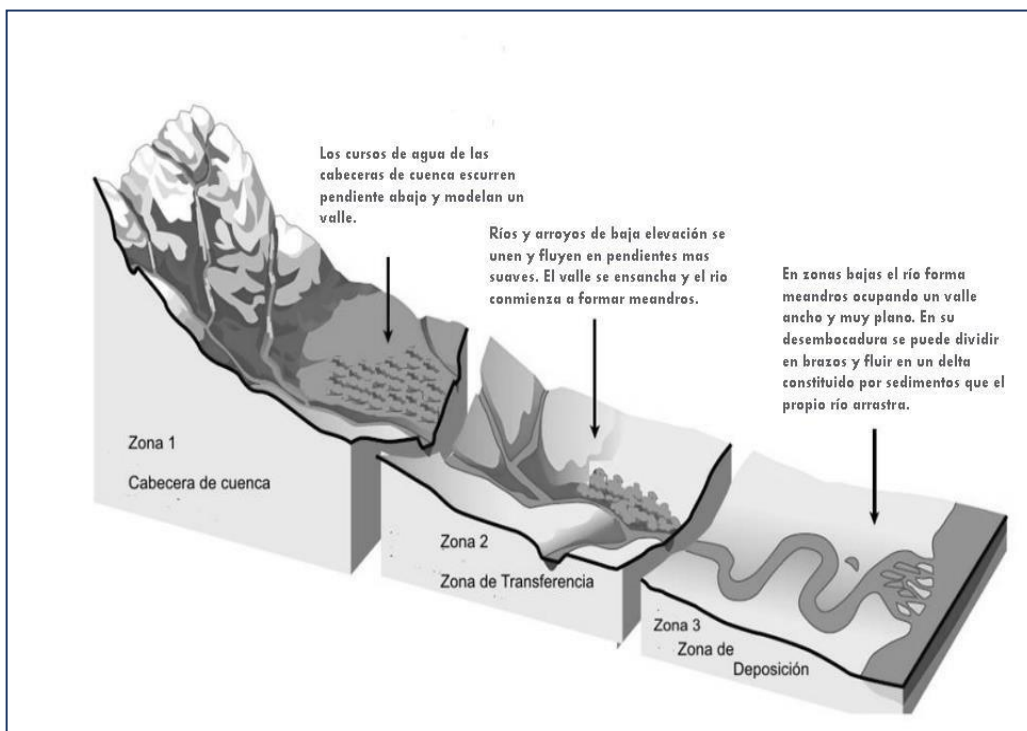


Figura 1. Zonificación una cuenca hidrográfica. Adaptado de (Somma *et al.* 2011, p. 6).

La cuenca hidrográfica, al ser considerada la unidad básica de estudio en contextos ecológicos y económicos, se convierte en una prioridad para gestión y planificación de los recursos hídricos, ya que brinda diversos productos y servicios que sustentan a la población humana. Además, debe ser visto como una prioridad para la gestión urbana ya que esta misma población reside en el interior de las cuencas y está relacionada con el sistema hídrico establecido en el régimen natural.

Las cuencas como característica territorial tienen una extensión mayor a 50.000 hectáreas; las subcuencas cubren áreas de entre 5.000 y 50.000 hectáreas, y las microcuencas, áreas entre 3.000 y 5.000 hectáreas, cabe precisar que en determinadas condiciones existen microcuencas con una extensión menor a 3.000 hectáreas. (Sánchez *et al.* 2003, p. 9).

Hay cuencas hidrográficas que son diferentes entre sí. Entender esta diferencia es fundamental para comprender cómo el río, con su cuenca, es utilizado por las sociedades que lo rodean.



Figura 2. División de una cuenca hidrográfica. Tomado de (Vásquez *et al.* 2016, p. 20).

Además, es bueno distinguir los regímenes de estos ríos, cómo se alimentan y cómo es su variación. Hay ríos de régimen pluvial, cuando su caudal depende del agua de las lluvias; ríos de régimen nival, cuando el origen de las aguas se produce con el deshielo; y ríos de régimen mixto, que dependen del deshielo y de las lluvias. Entre los principales tipos de cuencas hidrográficas se tiene:

Endorreica: cuenca que desemboca en un lago o en un mar cerrado, sin llegar al mar abierto.

Exorreica: cuenca con aguas que desembocan directamente en el mar abierto.

Arreica: compuesta por aguas que desaparecen durante su curso y no siguen una dirección concreta. Esta desaparición puede producirse por infiltración en el suelo o por evaporación, como en las zonas de clima desértico.

Criptorreica: cuenca con aguas que alimentan zonas subterráneas, como cuevas y grutas.

Podemos comparar los ríos principales con los grandes depósitos de agua de los afluentes y subafluentes. Los dos últimos actúan desde el río arriba (zona en la que empieza a fluir el agua de un río, cerca del nacimiento, en la parte más alta), yendo hacia el río abajo (cuando las aguas fluyen hacia la desembocadura, en la parte más baja).

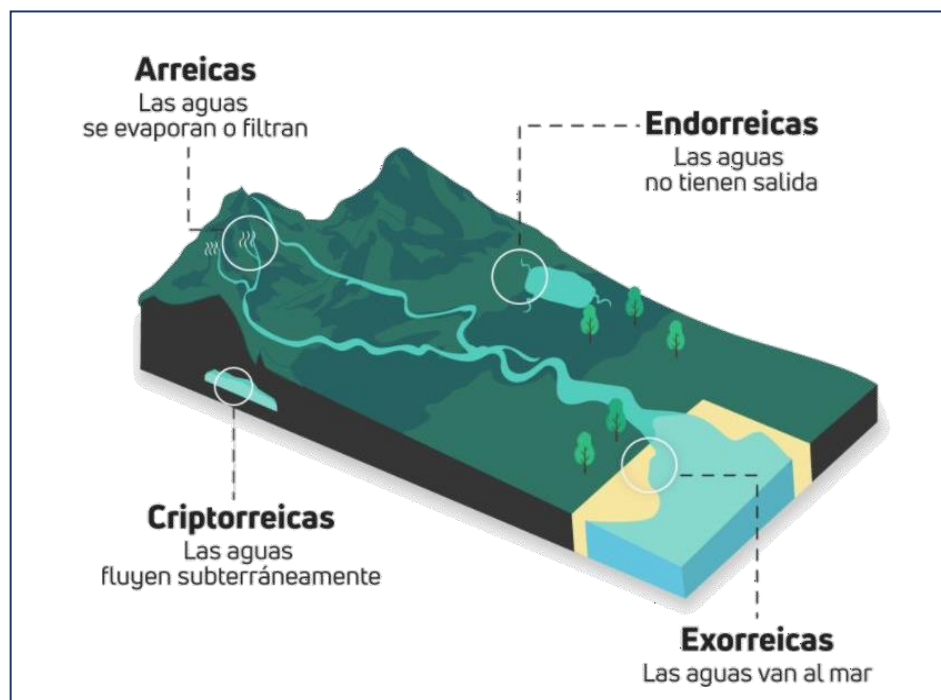


Figura 3. Tipos de Cuencas Hidrográficas. Tomado de <https://mastergis.com>.

La calidad del agua es un conjunto de características físicas, químicas y biológicas que presenta, según su uso. Las normas de clasificación más utilizadas pretenden clasificar el agua en función de su potabilidad, la seguridad que presenta para el ser humano y para el bienestar de los ecosistemas.

Así, según su uso, existe un conjunto de criterios y normas de calidad del agua, que varían en virtud de su finalidad, ya sea el consumo humano, el uso industrial o agrícola, el ocio o el mantenimiento del equilibrio medioambiental.

La contaminación del agua es consecuencia de los cambios en su calidad por efecto de la introducción en forma directa o indirecta, de elementos ajenos a su naturaleza que la hacen inadecuada para el consumo y perjudicial para los organismos vivos que la habitan. (Ministerio de Salud [MINSA], 2018, p. 9).

Para Nemerow y Dasgupta (como se citó en Sánchez, 2021, p. 21), los cuerpos de superficial se ven más afectados por la contaminación antrópica en perjuicio de los ecosistemas y la diversidad biológica existente en ellos. Algunos ríos soportan determinado grado de contaminación, debido a su régimen fluvial regular y alta capacidad de resiliencia frente a las presiones relativamente moderadas a las que están sometidos, las mismas que de incrementarse producirían cambios perjudiciales contantes e incluso permanentes.

Los Estándares de Calidad Ambiental (ECA) son normas con base legal de carácter obligatorio que buscan la protección de la salud pública y del medio ambiente, estableciendo límites en las concentraciones de determinados parámetros fisicoquímicos, inorgánicos, orgánicos y microbiológicos presentes en componentes ambientales tales como agua, aire y suelo, evaluados en los diferentes instrumentos de gestión ambiental desarrollados a nivel nacional. (Diario Oficial El Peruano, 2017, p.10).

Entre los usos más importantes de los ECA en la gestión del agua resalta su empleo en las tareas preventivas para el aseguramiento de la calidad de los cursos naturales de agua en el territorio nacional por parte de los organismos sectoriales competentes, de tal modo que en caso de incumplimiento se proceda a la implementación de las medidas correctivas correspondientes. (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA], 2015, p. 32).

El ECA para agua en su función de instrumentos de normativo empleado por organismos públicos sectoriales en la conservación del ambiente, han sido considerados como criterio de categorización en la norma denominada

“Clasificación de los Cuerpos de Agua Continentales Superficiales” emitida por la ANA en el año 2018, que clasifica a las masas de agua continentales superficiales presentes a nivel nacional, tomando en consideración los diversos usos presentes a lo largo de su desarrollo, la perspectivas de desarrollo socioeconómico y preservación de las fuentes naturales de agua. (ANA, 2018, p. 10).

Como consecuencia de esta norma, los cuerpos de agua loticos y lenticos presentes en la Subcuenca Cotahuasi se clasifican dentro de la Categoría 4 – Conservación del Ambiente Acuático, Subcategoría E2: Ríos/Costa y Sierra, del ECA para agua vigente aprobado por el Ministerio del Ambiente (MINAM) mediante el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM. Ver Anexo II (Estándares de Calidad Ambiental para Agua Categoría 4 – D.S. N° 004-2017-MINAM)

Desde su creación el 13 de marzo del 2008 la Autoridad Nacional del Agua (ANA) ejecuta acciones fiscalización y aseguramiento de la calidad y disponibilidad de las fuentes naturales de agua y bienes asociados en las diferentes unidades hidrográficas del territorio nacional, en ese sentido a través del monitoreos de calidad de agua superficial desarrollados en diferentes sistemas fluviales del país, se brinda información respecto al grado de afectación que los cuerpos de agua superficial por efecto de las principales fuentes contaminantes identificadas, con la finalidad de proporcionar información actualizada que permita implementar acciones que aseguren el cuidado y de ser necesario la recuperación de las fuentes de agua afectadas en las unidades hidrográficas evaluadas. (ANA, 2016, p. 26).



Figura 4. Etapas del Monitoreo de Calidad de Agua Superficial. Tomado de (ANA, 2016, p. 31).

Dicha entidad a través de monitoreos de calidad de agua superficial ejecutados entre los años 2012 y 2021, ha evaluado la calidad de los principales cursos de agua superficiales (quebradas, ríos) que integran la Cuenca Ocoña, de la cual la Subcuenca Cotahuasi representa 27.6% de su extensión territorial. (ANA, 2015, p. 29).

Una parte integral de cualquier programa de control medioambiental es la comunicación de los resultados tanto a los gestores como al público en general.

Dicho factor representa una dificultad para los gestores sectoriales y público en general no especializado, debido a que, a los datos generados a partir de los monitoreos de agua, a causa del manejo de una gran cantidad de información se expresan en términos comparativos y de tendencia respecto los límites establecidos en los ECA. En su lugar, se requiere de declaraciones simplificadas y de fácil entendimiento sobre el estado de la calidad del sistema en cuestión . (Canadian Council of Ministers of the Environment [CCME], 2017, p. 1)

Mediante el uso de Índices de Calidad de Agua (ICA) se puede obtener información relevante de las características del agua en determinado sistema fluvial considerando un periodo de tiempo específico, expresada en forma global y sencilla, al ser una herramienta práctica que permite simplificar los resultados de numerosos parámetros en una cantidad única, generando un valor numérico categorizado dentro de una escala preestablecida expresada en un valor cualitativo específica. (Instituto de Investigación para el Desarrollo Sustentable de Ceja de Selva [INDES-CES], 2016, p. 99). Sin embargo, las investigaciones relacionadas a los ICA en nuestro país son reducidas si los comparamos con la variedad de métodos que existen. (Alarcón, 2019, p. 17).

Los ICA combinan una diversidad de variables de acuerdo al método empleado y la finalidad de su aplicación (agua para consumo humano, cuerpos de agua naturales, etc.), estos parámetros pueden ser fisicoquímicos, inorgánicos , orgánicos y biológicos cuya selección depende del fundamento de evaluación establecido en el método seleccionado; siendo el resultado obtenido de su aplicación, un valor único que termina siendo interpretado en forma cualitativa de acuerdo a una escala preestablecida.

El Canadian Council of Ministers of the Environment (CCME_WQI) figura entre los ICA más utilizados, y plantea evaluar el estado del agua en cierto intervalo de tiempo, utilizando como factores el número de parámetros que exceden el límite fijado en el estándar de calidad referencial, y la cifra de datos que no cumplen con la citada norma. (Espinoza, 2019). La adaptación de este método conforme a las condiciones naturales, necesidades, actividades socioeconómicas y marco jurídico en cuanto a recursos hídricos del país se plasma en el “Índice de Calidad Ambiental de los Recursos Hídricos Superficiales (ICARHS)” instrumento de gestión que fue presentado por Autoridad Nacional del Agua en el año 2020, para su aplicación en el territorio nacional.

Esta adaptación metodológica considera veinte (20) parámetros, que se agrupan por su naturaleza en: Materia orgánica y físico-químico Metal, de acuerdo a la categoría asignada al cuerpo de agua bajo evaluación, según la “Clasificación de los Cuerpos de Agua Continentales Superficiales”, y emplea para su cálculo los resultados históricos de dichos parámetros, evaluados en puntos de monitoreo establecidos en determinado cuerpo de agua en un determinado periodo de tiempo en contraste con los ECA para agua vigente.

III. METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de la investigación

El tipo de investigación es aplicada porque busca generar conocimiento para su aplicación práctica y dirigida a la resolución de problemas que contienen objetivos previamente definidos; está relacionada con la investigación básica, ya que a menudo determina un uso práctico para los descubrimientos realizados por la investigación pura. También implica el conocimiento disponible, procedente de diversas fuentes, con el objetivo de obtener una utilidad económica y social. En esta tipología se encuentra representada por la estimación del ICARHS a una base documental de información referente a la calidad del agua en la subcuenca Cotahuasi a fin de ser integrada en un valor único que permita su fácil entendimiento y comunicación. (Hernández, Fernández & Baptista, 2014, p. XXIV).

Igualmente, también es descriptiva, debido a que pretende retratar las características del objeto estudiado, exponiendo con precisión los hechos o fenómenos, para establecer la naturaleza de las relaciones entre las variables delimitadas en el tema. (Rodríguez, 2005, p, 25).

Así mismo el diseño es no experimental cuantitativo, debido a que se realiza sin manipular deliberadamente las variables y es de carácter descriptivo transversal simple (Sánchez, Reyes & Mejía, 2018, p. 81)

De la misma manera es documental porque utiliza fuentes primarias, es decir, datos e información que aún no han sido tratados científicamente o analíticamente; recurre a fuentes más diversificadas y dispersas, sin tratamiento analítico, que pueden ser impresas, audiovisuales o electrónicas. (Ruiz, 2015, p. 87). Tomando en cuenta que la investigación considera la estimación de valores del índice de calidad ambiental de los recursos hídricos superficiales (ICARHS), esto se realizará a partir de la data generada en monitoreos de calidad de agua efectuados por la ANA en la subcuenca del río Cotahuasi entre el periodo 2012-2021.

3.2. Variables y operacionalización:

3.2.1. Variable independiente

- **Definición Conceptual**

Índice de Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales - ICARHS

Ruiz (2021) define al ICARHS vigente a nivel nacional como una adaptación de la metodología Consejo Canadiense de Ministros del Medio Ambiente CCME-WQI, que busca expresar en forma concisa y única el estado de la calidad de agua en determinado sistema fluvial, integrando la información histórica disponible de los monitoreos efectuados en la red de puntos dispuestos en su recorrido.

- **Definición operacional**

Estado de la calidad del Agua: Categoría expresada como: Excelente, Buena, Regular, Mala o Muy Mala según el valor numérico obtenido a través de la aplicación del ICARHS.

Monitoreo en puntos de muestreo: Valor numérico obtenido de la cantidad de veces en que fue monitoreado determinado punto de muestreo, el mismo que según la metodológica ICARHS requiere ser igual o mayor a cuatro (04).

Materia Orgánica, Físico – Químico Metal: Características de los parámetros establecidos en la metodología ICARHS para los cuerpos de Agua Categoría 4, Subcategoría E2.

3.2.2. Variable dependiente

- **Definición Conceptual**

Gestión de la calidad de los recursos hídricos

Para Laura (2019) la gestión de la calidad de los recursos hídricos es un proceso multisectorial de trabajo articulado que busca el usos sostenible del agua y sus

bienes asociados a través de la protección y conservación de su calidad a través de un manejo responsable y coordinado.

- **Definición operacional**

Difusión y socialización: Propuesta de actividades de sensibilización y difusión de los resultados obtenidos de la presente investigación a la población no especializada y principales actores políticos y organismos técnicos.

Vigilancia y control: Propuesta de acciones a ejecutar por los principales organismos técnicos y autoridades políticas en atención al estado de la calidad del agua en la subcuenca del río Cotahuasi obtenido a través del ICARHS.

Preservación de fuentes naturales: Propuesta de acciones de conservación y vigilancia de la calidad del agua estructurada en base a la categorización obtenida por la aplicación del ICARHS en cada punto de muestreo específico.

Ver Anexo IV - Matriz de Operacionalización de Variables

3.3. Población, muestra, muestreo

3.3.1. Población:

Según Sanches, Reyes & Mejía (2018) está definida como todos los casos y elemento con un conjunto de características comunes. En la presente investigación la población estuvo determinada por nueve (09) puntos de muestreo ubicados en la subcuenca Cotahuasi que forma parte de la red de vigilancia establecida por dicha entidad como parte del sistema de vigilancia de la cuenca Ocoña que agrupa 833 datos recopilados de los monitoreos participativos de calidad de agua superficial desarrollados entre el periodo 2012-2021 por la Administración Local de Agua Ocoña Pausa, unidad orgánica de la Autoridad Nacional del Agua.

Criterios de uniformización: De la información proporcionada por la Autoridad Nacional se observó que los puntos de monitoreo ubicados en la Subcuenca Cotahuasi (denominada por esta entidad Unidad Hidrográfica Cotahuasi), a lo

largo del periodo histórico de actividades bajo evaluación muestran codificaciones variadas, las mismas que fueron uniformizadas por esta entidad en el año 2021 considerando su ubicación georreferenciada histórica y los criterios de codificación establecidos en el “Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales” aprobado a través del D.S. N° 010-2016-ANA, la misma que fue empleada en la presente investigación.

Tabla 1. Antecedentes históricos y codificación final de la red de puntos de monitoreo subcuenca Cotahuasi

Codificación Histórica												Código Final Uniformizado	
1°MP	2°MP	3°MP	4°MP	5°MP	6°MP	7°MP	8°MP	9°MP	10°MP	11°MP	12°MP		
2012	2013	2014	2015	2016-I	2016-II	2017	2018	2019-I	2019-II	2020	2021		
1366QRedo1	1366QRedo1	1366QRedo1	1366QRedo1	1366QRedo1	1366QRedo1	1366QRedo1	1366QRedo1	1366QRedo1	1366QRedo1	QRedo1	QRedo1	QRedo1	
1366QRedo2	1366QRedo2	1366QRedo2	1366QRedo2	1366QRedo2	1366QRedo2	1366QRedo2	1366QRedo2	1366QRedo2	1366QRedo2	--	--	QRedo2	
--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	QRedo2	QRedo3	QRedo3	
--	--	--	1366RKenq	1366RKenq	1366RKenq1	1366RKenq1	1366RKenq1	1366RKenq1	1366RKenq1	1366RKenq1	1366RKenq2	RAcal1	RAcal1
--	--	--	1366RCusp	1366RCusp	1366RCusp1	1366RCusp1	1366RCusp1	1366RCusp1	1366RCusp1	1366RCusp1	1366RCusp2	RCush1	RCush1
1366RCota1	1366RCota1	1366RCota1	1366RCota1	1366RCota1	1366RCota1	1366RCota1	1366RCota1	1366RCota1	1366RCota1	1366RCota1	RCota1	RCota1	RCota1
1366RCota2	1366RCota2	1366RCota2	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	RCota2
1366QChac	1366QChac	1366QChac	1366QChac	1366QChac	1366QChac1	1366QChac1	1366QChac1	1366QChac1	1366QChac1	1366QChac1	QChac1	QChac1	QChac1
1366RCota3	1366RCota3	1366RCota3	1366RCota3	1366RCota3	1366RCota3	1366RCota3	1366RCota3	--	--	--	RCota3	RCota3	RCota3

MP: Monitoreo Participativo

Fuente: Elaboración propia

Criterios de inclusión: Bajo el criterio metodológico del ICARHS que expresa que se requieren para cada punto de muestreo como mínimo cuatro (04) monitoreos (ANA, 2020, p. 6) para su cálculo, se observó que solo siete (07) puntos cumplieron con tal condición para su empleo en la investigación, siendo estos los puntos: QRedo1(12 monitoreos), QRedo2 (10 monitoreos), RAcal1 (09 monitoreos), RCush1 (09 monitoreos), QChac1 (12 monitoreos), RCota1 (12 monitoreos) y RCota3 (08 monitoreos).

Criterios de exclusión: Los puntos QRedo3 (02 monitoreos) y RCota2 (03 monitoreos) no cumplieron con los criterios de cantidad monitoreos de

requeridos para el cálculo del ICARHS, por lo que no fueron considerados para la presente investigación.

Las frecuencia de monitoreos efectuados por la Autoridad Nacional del Agua en los puntos ubicados en la subcuenca del río Cotahuasi entre el periodo 2012-2021, se muestran en la Tabla 2.

Tabla 2. Frecuencia de monitoreo en puntos de la subcuenca Cotahuasi.

		Monitoreos de Calidad 2012-2021												
Ítem	Numero de Monitoreo	1°MP	2°MP	3°MP	4°MP	5°MP	6°MP	7°MP	8°MP	9°MP	10°MP	11°MP	12°MP	Total
	Año	2012	2013	2014	2015	2016-I	2016-II	2017	2018	2019-I	2019-II	2020	2021	
	Temporalidad	Estiaje	Estiaje	Avenidas	Transición	Avenidas	Estiaje	Transición	Avenidas	Avenidas	Estiaje	Estiaje	Transición	
	Código													
1	QRedo1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
2	QRedo2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	--	--	10
3	QRedo3	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--	1	1	02
4	RAcal1	--	--	--	1	1	1	1	1	1	1	1	1	09
5	RCush1	--	--	--	1	1	1	1	1	1	1	1	1	09
6	RCota1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
7	RCota2	1	1	1	--	--	--	--	--	--	--	--	--	03
8	QChac1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	12
9	RCota3	1	1	1	1	1	1	1	1	--	--	--	--	08

Fuente: Elaboración propia

3.3.2. Muestra:

La muestra es una porción de la población elegida a partir de un criterio de representatividad. (Fuentes *et al.* 2020, p. 63). De acuerdo a los criterios de inclusión y exclusión descritos en el numeral precedente y establecidos en la metodología ICARHS validado por la Autoridad Nacional del Agua, la presente investigación la muestra estuvo representada por siete (07) puntos de monitoreo ubicados en la subcuenca del río Cotahuasi bajo las siguientes codificaciones: QRedo1, QRedo2, RAcal1, RCush1, RCota1, QChac1 y RCota3.

3.3.3. Muestreo

El tipo de muestreo empleado en la investigación fue no probabilístico por conveniencia, debido a que el instrumento de recolección de datos para la

variable dependiente fue aplicado teniendo en cuenta la disponibilidad de las personas para formar parte de la muestra, en un intervalo de tiempo determinado. (Otzen & Monterola, 2017, p. 230)

3.3.4. Unidad de Análisis

Para Ñaupas (2018) la unidad de análisis es la entidad que enmarca lo que se analiza en un estudio, o la entidad que se estudia en su conjunto, dentro de la cual existen factores de causalidad y cambio.

Para la variable independiente, estuvo representada por cada punto de monitoreo ubicado en la subcuenca del río Cotahuasi, que cumplió con los criterios de inclusión establecidos en la metodología ICARHS.

En caso de la variable dependiente, estuvo representada por cada individuo al que fue aplicado el instrumento de recolección de datos y a través de cual se pudo conocer el nivel de la gestión de la calidad del agua en la subcuenca del río Cotahuasi.

3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

3.4.1. Técnicas de recolección de datos

El análisis documental, a través de la recolección y organización de datos proporcionados por la Autoridad Nacional del Agua, con la finalidad de proveer una estructura ordenada de datos por cada punto de monitoreo evaluado, fue el método de recolección de datos utilizado para el cálculo del ICARHS.

La encuesta, aplicada a pobladores de las principales localidades en el ámbito territorial de la subcuenca del río Cotahuasi, fue la técnica de investigación empleada con el propósito de recopilar información sobre el nivel de la Gestión de la Calidad del Agua en la unidad hidrográfica materia de estudio.

3.4.2. Instrumentos de recolección de datos

En vista al enfoque cuantitativo de la investigación, y metodología de cálculo del ICARHS se estableció como instrumento de recolección de datos para esta variable a la “Matriz de sistematización y cálculo del Índice de Calidad ambiental de los Recursos Hídricos – ICARHS” diseñada con el programa Microsoft Excel en concordancia con la metodología validada por la ANA, a través de la cual se pudieron obtener los resultados numéricos y cromáticos del Índice de Calidad ambiental de los Recursos Hídricos para cada punto de evaluado. Ver Anexo V. (Matriz de sistematización de información y cálculo de ICARHS)

El cuestionario, como instrumento de investigación que incluye una serie de preguntas utilizadas para recoger información útil de los encuestados. (Baena, 2017, p. 82), fue empleado para conocer el nivel de la Gestión de la Calidad del Agua en la subcuenca del río Cotahuasi, estuvo integrado por 15 preguntas distribuidas en cada una de las dimensiones consideradas (vigilancia y control, difusión y socialización, preservación de las fuentes naturales) evaluados mediante la una Escala de Likert con las siguientes valoraciones (1) Muy Defectuosa, (2) Defectuosa, (3) Regular, (4) Eficiente y (5) Muy Eficiente. Ver Anexo VI (Encuesta – Estado de la gestión de la calidad del agua)

3.5. Validez y confiabilidad de los Instrumentos de Medición

3.5.1. Validez

La validez es el grado en que una prueba o un instrumento mide lo que pretende medir. (Fuentes *et. Al.* 2020, p. 65), en ese sentido la validación de los instrumentos de recolección de datos empleados en la investigación se realizó mediante el juicio de expertos, definido como una opinión informada de personas con una trayectoria en el campo que son consideradas por otros como expertos cualificados, respecto a un aspecto determinado. (Cavero & Llorente, 2013, p. 14). Ver Anexo VII (Informe de juicio de expertos para validación de instrumentos)

Tabla 3. *Validez de instrumentos de recolección de datos por juicio de expertos*

Experto	Especialidad	Grado	Valoración	
			Matriz ICARHS	Cuestionario
Eliana Fani Colque Phocco	Biólogo / SEDAPAR	Magister	APLICABLE	APLICABLE
Freddy Álvaro Delgado Manrique	Biólogo / SUNASS	Magister	APLICABLE	APLICABLE
Milton Cesar Túllume Chavesta	Ingeniero Forestal	Doctor	APLICABLE	APLICABLE

Fuente: Elaboración propia

3.5.2. Confiabilidad

Para Hernández, Fernández y Baptista (2014), la confiabilidad puede considerarse como la capacidad de repetición de una prueba o de los resultados de una investigación. Con esa finalidad el coeficiente alfa de Cronbach fue empleado en la presente investigación, al ser una medida utilizada para evaluar la fiabilidad, o consistencia interna, de un conjunto de ítems de una escala o prueba.

$$\alpha = \frac{K}{K - 1} \left[1 - \frac{\sum S_i^2}{S_t^2} \right]$$

Aplicado el procedimiento se obtuvo para el cuestionario propuesto para conocer el nivel de la Gestión de la Calidad del Agua, un valor $\alpha = 0,950$, lo que indica que ese instrumento tiene un alto grado de confiabilidad, validando su uso para la recolección de datos.

Tabla 4. *Interpretación del coeficiente de confiabilidad*

RANGO	CONFIABILIDAD
>0.9	Excelente
>0.8	Bueno
>0.7	Aceptable
>0,6	Cuestionable
>0.5	Pobre
≤0.5	Inaceptable

Fuente: Adaptado de (Revista de Investigación Agraria y Ambiental, 2017, p. 160)

3.6. Procedimiento

El procedimiento que empleado en la presente investigación fue el siguiente:

3.6.1. Índice de Calidad de los Recursos Hídricos Superficiales - ICARHS

La determinación del ICARHS fue desarrollada de acuerdo a la secuencia de etapas que se muestran en el flujograma de la Figura 5.

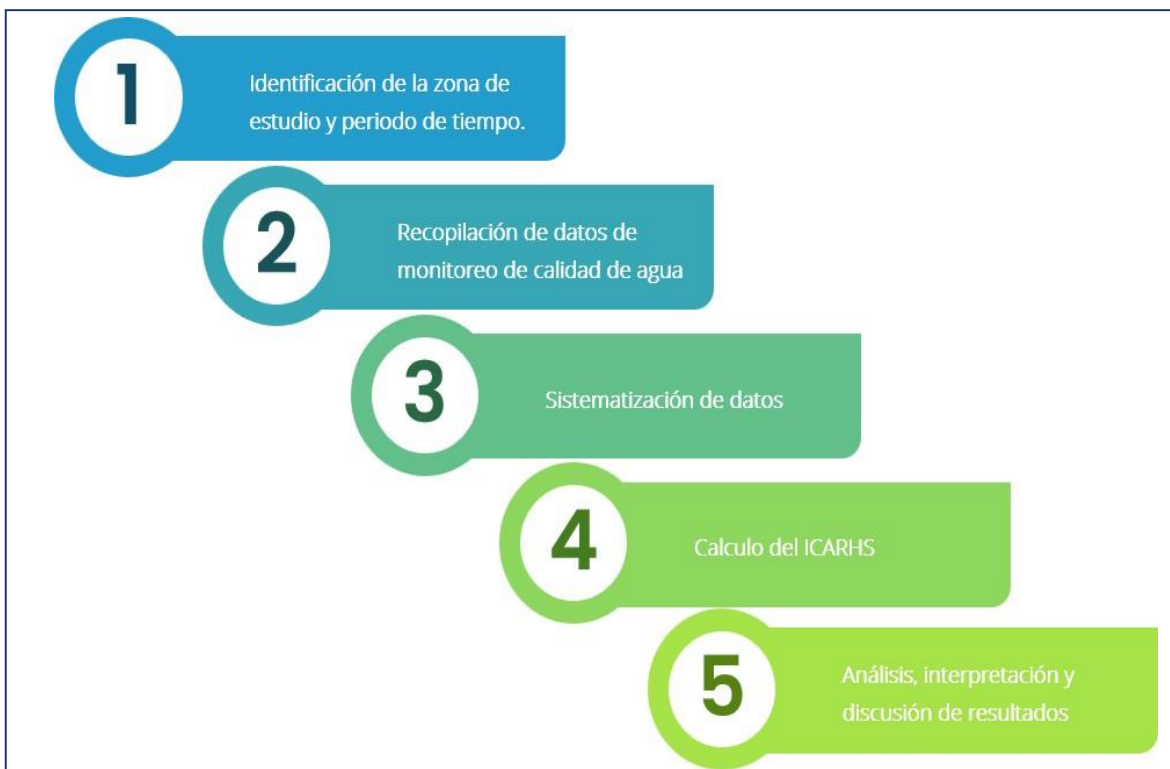


Figura 5. Flujograma del proceso de ejecución de la investigación.

3.6.2. Definición de la zona de estudio

La investigación se desarrolló en la subcuenca Cotahuasi, específicamente en el río Cotahuasi como cuerpo de agua principal además de sus tributarios más importantes a lo largo de los distritos de Huaynacotas, Alca, y Toro en el departamento de Arequipa; tomando específicamente la ubicación de los puntos nueve (09) puntos de monitoreo seleccionados dispuestos a lo largo de su cauce, desde su nacimiento en la Quebrada Redonda a 4837 msnm., hasta antes de su confluencia con el río Marán a 916 msnm.

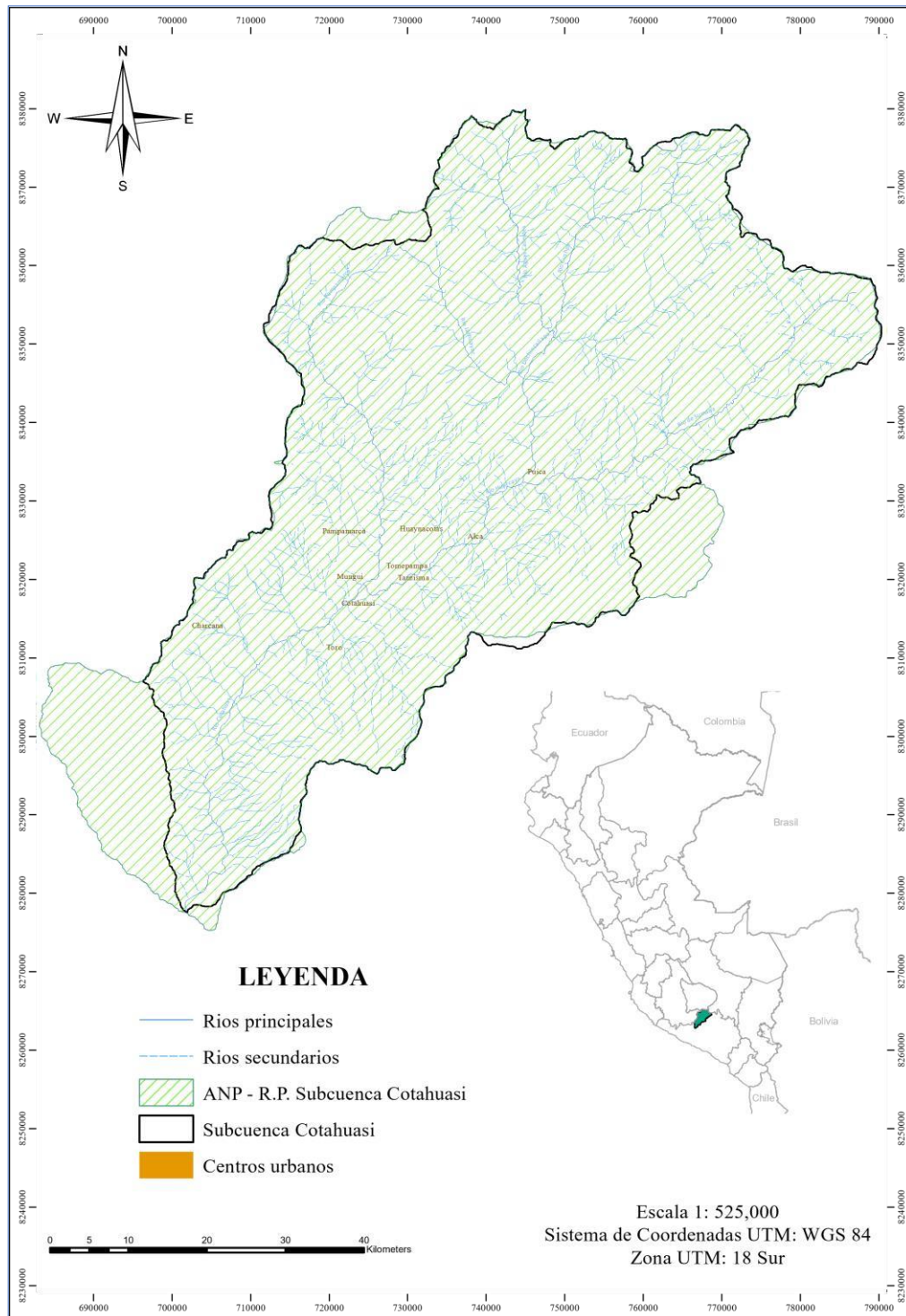


Figura 6. Subcuena del rio Cotahuasi.

La red de muestreo establecida en la Subcuena Cotahuasi por la Autoridad Nacional del Agua y cuyos resultados de monitoreo entre el periodo 2012-2021 fueron evaluados con el método ICARHS en la presente investigación, se describen en la Tabla 5.

Tabla 5. Red de monitoreo de calidad de agua de la subcuenca Cotahuasi

Codificación	Descripción	Zona	Coordenadas UTM WGS84		Altitud	Cuerpo Receptor	Nombre de cuerpo receptor	Categoría
			Este	Norte				
QRedo1	Quebrada Redonda, aguas arriba de vertimiento de Minera Arcasel SAC.	18	746456	8369950	4837	Quebrada	Redonda	4 E2
QRedo2	Quebrada Redonda, aguas abajo de vertimiento de Minera Arcasel SAC.	18	744979	8368538	4671	Quebrada	Redonda	4 E2
QRedo3	Quebrada Redonda, desembocadura de la quebrada Redonda, aguas abajo de vertimiento de Minera Arcasel SAC.	18	743134	8367199	4514	Quebrada	Redonda	4 E2
RAcal1	Río Aguas Calientes, 250 m aguas abajo del puente Tocario	18	747072	8352283	4202	Río	Aguas Calientes	4 E2
RCush1	Río Cushpa, aprox. 100 m aguas arriba del puente Cushpa	18	749404	8353309	4212	Río	Cushpa	4 E2
RCota1	Río Cotahuasi, 100 m aguas arriba del puente Alca	18	740047	8326441	2734	Río	Cotahuasi	4 E2
RCota2	Río Cotahuasi, aprox. 30 m aguas abajo del complejo turístico de Luicho (baños termales)	18	738090	8324597	2719	Río	Cotahuasi	4 E2
QChac1	Quebrada Chacaylla, antes de la confluencia con el río Cotahuasi	18	726512	8317483	2632	Quebrada	Chacaylla	4 E2
RCota3	Río Cotahuasi, antes de la confluencia del río Marán	18	701797	8277742	916	Río	Cotahuasi	4 E2

Fuente: Elaboración propia

3.6.3. Definición del periodo de tiempo

Considerando la disponibilidad de información respecto a monitoreos de la calidad de agua superficial desarrollados en la subcuenca Cotahuasi, se empleó para el cálculo del ICARHS, la información emitida por la Autoridad Nacional del Agua entre el periodo 2012-2021, debido a que solo dicha entidad ha desarrollado en forma ininterrumpida en el periodo de tiempo especificado, el monitoreo de la calidad de agua en la citada unidad hidrográfica.

3.6.4. Recopilación y síntesis de datos

La información empleada en la investigación fue gestionada a través de una solicitud de acceso a la información dirigida a la Autoridad Nacional del Agua a través de la Administración Local de Agua Ocoña Pausa, la misma que fue remitida en forma digital y sistematizada de acuerdo los puntos de monitoreo y el periodo de tiempo a evaluar a través de la Matriz de sistematización de información y cálculo de ICARHS adjunta en el Anexo V.

3.6.5. Determinación del ICARHS

El cálculo del ICARHS en los puntos de monitoreo de calidad de agua establecidos en la subcuenca Cotahuasi evaluados, se desarrolló de acuerdo a lo establecido en la Resolución Jefatural N° 084-2020-ANA, que aprueba la metodología de dicho instrumento, el mismo que fue empleado en la presente investigación bajo los siguientes criterios:

Parámetros: Los parámetros empleados en la determinación del ICARHS bajo la clasificación de los cuerpos de agua descritos en la Tabla 2. Se muestran en la Figura 7.

	Categoría 1 Subcategoría A2 1/	Categoría 3 2/	Categoría 4 Subcategoría E2 3/
Materia orgánica	Demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅)	X	X
	Demanda química de oxígeno (DQO)	X	X
	Oxígeno disuelto (valor mínimo)	X	X
	Coliformes termotolerantes	X	X
	Fósforo total	X	
	Amoniaco - N	X	
	Nitratos (NO ₃ ⁻)		
	Hidrocarburos totales de petróleo 4/		
Físico-químico Metal	Potencial de hidrógeno (pH)	X	X
	Arsénico	X	X
	Aluminio	X	X
	Manganeso	X	X
	Hierro	X	X
	Cadmio	X	X
	Plomo	X	X
	Boro 5/	X	X
	Cobre		X
	Mercurio		
	Zinc		
	Sólidos suspendidos totales		

Nota: 1/ Poblacional y recreacional: Aguas que pueden ser potabilizadas con tratamiento convencional. 2/ Riego de vegetales y bebida de animales. 3/ Conservación del ambiente acuático (Ríos de la Costa, Sierra y Selva), 4/ Aplica para la vertiente del Amazonas con categoría E2 ríos de la selva. 5/ Aplica para la vertiente del Pacífico (zona sur).

Figura 7. Parámetros de evaluación ICARHS. Tomado de (ANA, 2020, p. 7).

Cálculo del ICARHS: Todas las operaciones aritméticas que requieren las fases para el cálculo del ICARHS fueron desarrolladas haciendo uso de fórmulas programas en el Microsoft Excel. El procedimiento se inició con las estimación matemática de los factores establecidos en la metodología ICARHS los cuales se muestran en la Imagen 8.

F1- Alcance:

Representa la cantidad de parámetros de calidad que no cumplen los valores establecidos en la normativa, Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECA para Agua) vigent6, respecto al total de parámetros a evaluar.

$$F_1 = \frac{N^{\circ} \text{ de parámetros que no cumplen los ECA Agua}}{N^{\circ} \text{ total de parámetros a evaluar}}$$

F2- Frecuencia:

Representa la cantidad de datos que no cumplen la normativa ambiental (ECA para Agua) respecto al total de datos de los parámetros a evaluar (datos que corresponden a los resultados de un mínimo de 4 monitoreos).

$$F_2 = \frac{N^{\circ} \text{ de datos que no cumplen los ECA Agua}}{N^{\circ} \text{ total de datos evaluados}}$$

Datos = Resultados de los monitoreos

F3- Amplitud:

Es una medida de la desviación que existe en los datos, determinada por la suma normalizada de excedentes, es decir los excesos de todos los datos respecto al número total de datos.

$$F_3 = \left(\frac{\text{Suma Normalizada de Excedentes}}{\text{Suma Normalizada de Excedentes} + 1} \right) * 100$$

Suma Normalizada de Excedentes (SNE)

$$\text{Suma Normalizada de Excedentes} = \left(\frac{\sum_{i=1}^n \text{Excedente}_i}{\text{Total de Datos}} \right)$$

EXCEDENTE, se da para cada parámetro, siendo el valor que representa la diferencia del valor ECA y el valor del dato respecto al valor del ECA para Agua.

Caso 1: Cuando el valor de concentración del parámetro supera al valor establecido en el ECA- Agua, el cálculo del excedente se realiza de la siguiente manera:

$$\text{Excedente} = \left(\frac{\text{Valor del parámetro que no cumple con los ECA Agua}}{\text{Valor establecido del parámetro en los ECA Agua}} \right) - 1$$

Caso 2: Cuando el valor de concentración del parámetro es menor al valor establecido en el ECA para Agua, incumpliendo la condición señalada en el mismo, como ejemplo: el Oxígeno Disuelto (> 4), pH (>6.5, <8.5), el cálculo del excedente se realiza de la siguiente manera:

$$\text{Excedente} = \left(\frac{\text{Valor del parámetro en los ECA Agua}}{\text{Valor del parametro que no cumple los ECA Agua}} \right) - 1$$

Una vez obtenido el valor de los factores (F_1 , F_2 , y F_3) se procede a realizar el Cálculo de cada subíndice.

Figura 8. Factores para el cálculo del ICARHS. Adaptado de (ANA, 2020, p. 8).

Una vez determinados los factores descritos se procedió al cálculo del ICARHS haciendo para la determinación de los subíndices S1 (materia orgánica) y S2 (físicoquímico metal) haciendo uso de la formula descrita en la Imagen 9.

$$CCMEEWQI = 100 - \left(\frac{\sqrt{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2}}{1,732} \right)$$

Figura 9. Fórmula para el cálculo del ICARHS. Tomado de (ANA, 2020, p. 7).

Los valores obtenidos fueron representados cromáticamente de acuerdo la escala numérica adimensional dentro de la cual se ubica su valor ICARHS, para de esta forma interpretar el estado de calidad del agua en los puntos evaluados.

Valor ICARHS	Calificación ICARHS	Color (RGB)	Interpretación
95 – 100	Excelente	0 112 255	La calidad del agua está protegida, ausencia de amenaza o daño, su condición está muy cercana a los niveles naturales o deseables.
80 – 94	Bueno	0 197 255	La calidad del agua se aleja un poco de la calidad natural agua. Sin embargo, las condiciones deseables pueden estar con algunas amenazas o daños de poca magnitud.
65 - 79	Regular	85 255 0	La calidad de agua natural ocasionalmente es amenazada o dañada. La calidad del agua a menudo se aleja de los valores deseables. Muchos de los usos necesitan tratamiento
45 - 64	Malo	255 170 0	La calidad de agua no cumple con los objetivos de calidad, frecuentemente las condiciones deseables están amenazadas o dañadas. Muchos de los usos necesitan tratamiento
0 - 44	Pésimo	255 0 0	La calidad del agua no cumple con los objetivos de calidad, casi siempre está amenazada o dañada. Todos los usos necesitan tratamiento

Nota: Para la visualización gráfica usar los colores RGB "Modelo Cromático establecido para rojo (Red), verde (Green) y azul (Blue)". **Fuente:** Metodología Canadiense (CCME_WQI).

Figura 10. Valoración del ICARHS. Tomado de (ANA, 2020, p. 9).

Para el cálculo del valor ICARHS general se seleccionó la menor cifra entre los subíndices S1 y S2, haciendo uso de la siguiente formula:

$$ICARHS = \min.(S1.S2)$$

min: mínimo *S1:* Subíndice1 *S2:* Subíndice 2

Representación Gráfica: Una vez concluido el cálculo del ICARHS se procedió la representación de los del valor ICARHS final y de los subíndices S1 y S2 en cada punto de monitoreo haciendo uso de gráficos generados mediante el Microsoft Excel, así mismo mediante el programa ArcGIS se generaron mapas

temáticos que consideraron el etiquetado de los valores obtenidos según lo establecido en la metodología empleada.

3.6.6. Gestión de la Calidad del Agua

Aplicación de Encuesta: El instrumento de recolección de datos descrito en el numeral 3.4.2. fue aplicado a un total de 28 personas distribuidas en las principales localidades ubicadas en el ámbito territorial de la subcuenca del río Cotahuasi, periféricas a la ubicación de los puntos de monitoreo seleccionado para la determinación del ICARHS, quienes respondieron un cuestionario de 15 preguntas distribuidas entre las principales dimensiones establecidas para la variable Gestión de la Calidad del Agua.

3.7. Métodos de análisis de datos

Los resultados obtenidos fueron analizados a través de métodos estadísticos descriptivos tales como los coeficientes de correlación de Spearman y Pearson; mediante los cuales se pudo evaluar la validez de la hipótesis General y las hipótesis específicas, empleando para tal fin los software SPSS y RStudio, así mismo el análisis de temporalidad de resultados históricos fue efectuado haciendo uso del Microsoft Excel.

3.8. Aspectos Éticos

La investigación “Índice de Calidad Ambiental de Recursos Hídricos Superficiales para la Gestión de Calidad del Agua, Subcuenca del Río Cotahuasi, Arequipa, 2021” cumplió con los aspectos éticos de la autenticidad, ya que realizó el debido citado de los autores que fueron usados en el estudio, aplicando la Normativa señalada por la UCV , así mismo se respetó la confidencialidad de la información brindada por la Autoridad Nacional del Agua y efectuó el análisis la misma bajo el principio de transparencia.

IV. RESULTADOS

4.1. Evaluación de parámetros que incumplieron con el ECA Agua en el cálculo del ICARHS

En la Tabla 6, los resultados de las concentraciones en parámetros de materia orgánica obtenidos en el punto QRedo1 entre el periodo 2012-2021, denotan: dos incumplimientos a los ECA para agua en los años 2014 y 2019, para los parámetros de Oxígeno Disuelto y Fosforo Total respectivamente, que influyeron en el cálculo del subíndice S1 cuyo valor obtenido fue de 99.

Tabla 6. Resultados de parámetros de materia orgánica registrados en el punto QRedo1 entre el periodo 2012-2021

Codigo de Punto de Monitoreo	Unidad	ECA Cat.4E2	QRedo1											
			1° M	2° M	3° M	4° M	5° M	6° M	7° M	8° M	9° M	10° M	11° M	12° M
Numero de Monitoreo			27/11/2012	19/11/2013	22/04/2014	02/09/2015	26/04/2016	15/11/2016	29/08/2017	17/04/2018	23/04/2019	06/11/2019	10/11/2020	8/06/2021
Parametros / Materia Organica														
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/l	5	5.78	6.18	4.66	6.5	7.63	5.42	6.46	7.25	6.25	6.43	6.61	7.27
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/l	10	< 6	--	< 2	3	--	--	< 2	< 2	6	4	< 2	2
Nitratos (NO3-)	mg/l	13	< 0.062	--	< 0.03	--	--	--	--	--	0.199	0.048	0.047	< 0.002
Fósforo Total	mg/l	0.05	< 0.6	0.017	0.014	0.03	0.02	< 0.01	--	--	< 0.01	0.086	< 0.01	< 0.007
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	2000	< 1.8	--	--	--	--	--	--	--	< 1.8	< 1.8	< 1.8	< 1.8

La Figura 11. Muestra el porcentaje de variación temporal de las concentraciones de Oxígeno Disuelto entre el periodo 2012-2021, lo que permite observar que los incrementos y disminuciones entre los valores resultantes entre el periodo 2012-2019I, son variados y que a partir de la época de estiaje del 2019 al 2021 se presenta un incremento sostenido, el mismo que se encuentra expresado en el porcentaje positivo de variación total cuyo valor fue de 3.96%.

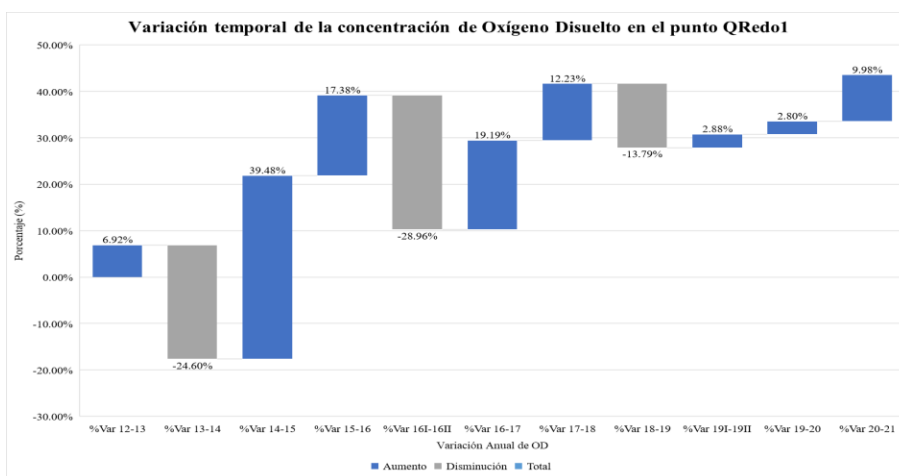


Figura 11. Representación gráfica del porcentaje de variación temporal de la concentración de Oxígeno Disuelto en el punto QRedo1.

La Figura 12, muestra el porcentaje de variación temporal entre las concentraciones de Fosforo Total entre el periodo 2012-2021, lo que permite observar que los incrementos y disminuciones entre los valores resultantes entre el periodo 2012-2016II son variados, estabilizándose entre el periodo 2017-2019I y sufriendo un fuerte incremento en la temporada de estiaje del 2019 para luego mostrar un gran decrecimiento y estabilización de las concentraciones en los años 2020 y 2021 respectivamente, motivo por el cual tiene un porcentaje positivo de variación total de 68.63%, que indica que existe tendencia al aumento de las concentraciones de Fosforo Total en el citado punto.

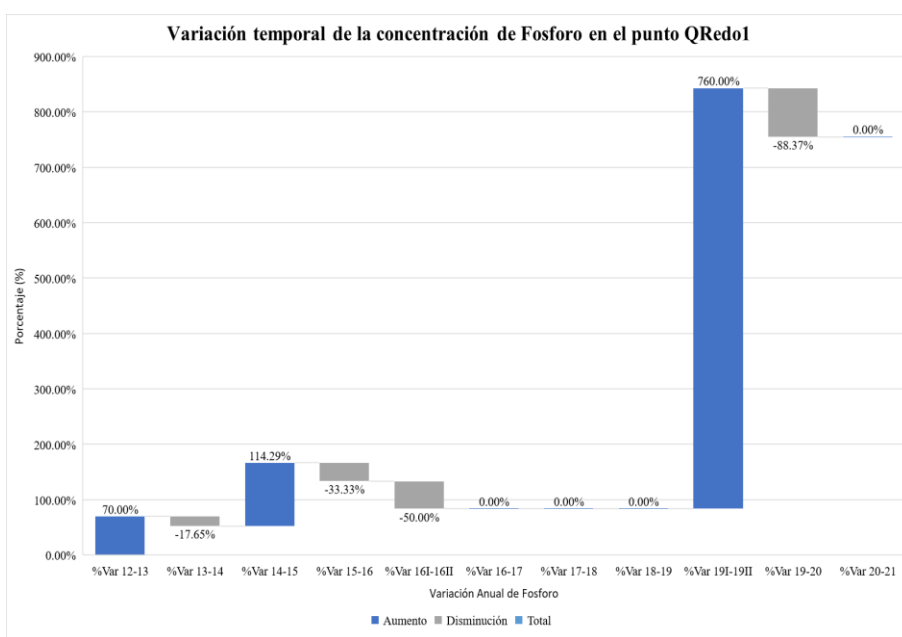


Figura 12. Representación gráfica del porcentaje de variación temporal de la concentración de Fosforo en el punto QRedo1.

En la Tabla 7, los resultados de las concentraciones en parámetros físico-químico, metal obtenidos en el punto QRedo1 entre el periodo 2012-2021, denotan: dos incumplimientos a los ECA para agua en los años 2013 y 2019, para los parámetros de pH y Plomo respectivamente, los mismos que no tuvieron mayor influencia en el cálculo del subíndice S2 cuyo valor obtenido fue de 100.

Tabla 7. Resultados de parámetros físico-químico, metal registrados en el punto QRedo1 entre el periodo 2012-2021

La Figura 13, muestra el porcentaje de variación temporal entre los niveles de pH entre el periodo 2012-2021, lo que permite observar que los incrementos y disminuciones entre los valores resultantes entre el periodo 2012-2021, son variados y que pese a haber mostrado su mayor decrecimiento en el periodo de avenidas del 2019, muestra un ligera tendencia a su aumento, expresado a través del porcentaje positivo de variación total de 0.26% obtenido.

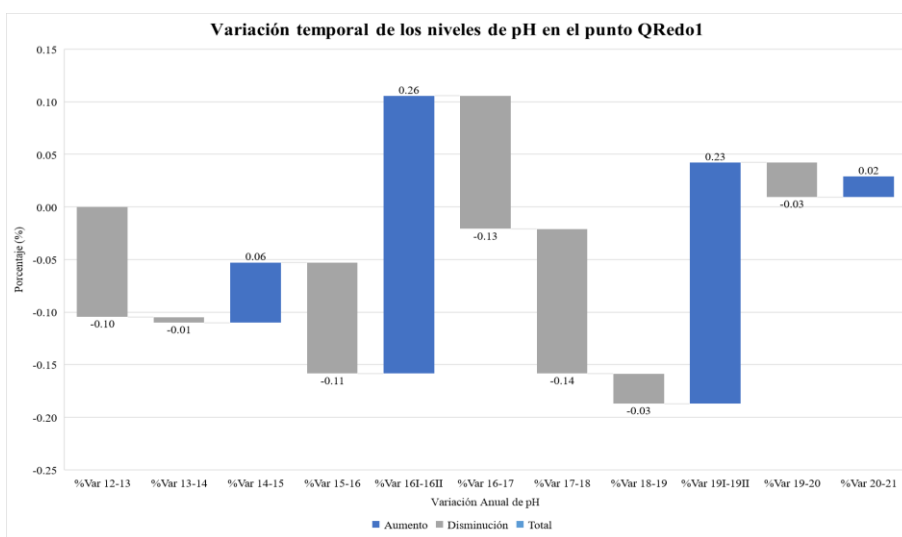


Figura 13. Representación gráfica del porcentaje de variación temporal de los niveles de pH en el punto QRedo1.

La Figura 14, muestra el porcentaje de variación temporal entre la concentraciones de Plomo entre el periodo 2012-2021, lo que permite observar que el incremento registrado en el valor resultante del año 2013 marco una tendencia hacia el aumento de las concentraciones de Plomo, el mismo que ha experimentado disminuciones sostenidas significativas al punto de estar por debajo del límite de cuantificación a partir del año 2018, lo que hace que independientemente a que el porcentaje positivo de variación total sea de 13.94% obtenido, este tenga una

tendencia a continuar disminuyendo.

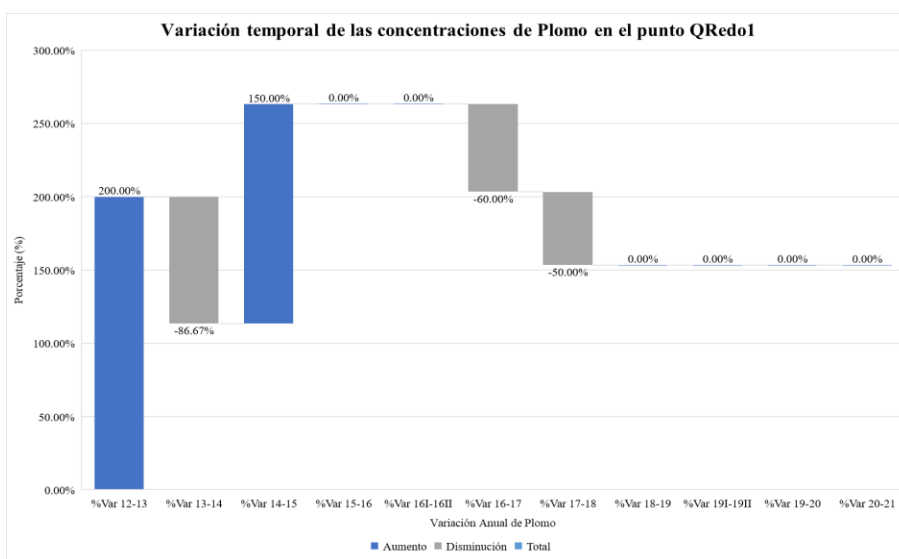


Figura 14. Representación gráfica del porcentaje de variación temporal de las concentraciones de Plomo en el punto QRedo1.

En la Tabla 8, los resultados de las concentraciones en parámetros de materia orgánica obtenidos en el punto QRedo2 entre el periodo 2012-2021, denotan: un (01) incumplimiento a los ECA para agua en el año 2014, para el parámetro de Oxígeno Disuelto, el mismo que no influyo en el cálculo del subíndice S1 cuyo valor obtenido fue de 100.

Tabla 8. Resultados de parámetros de materia orgánica registrados en el punto QRedo2 entre el periodo 2012-2019

Codigo de Punto de Monitoreo	Unidad	ECA Cat.4E2	QRedo2									
			1° M	2° M	3° M	4° M	5° M	6° M	7° M	8° M	9° M	10° M
Numero de Monitoreo			27/11/2012	19/11/2013	22/04/2014	02/09/2015	26/04/2016	15/11/2016	29/08/2017	17/04/2018	23/04/2019	06/11/2019
Fecha de monitoreo												
Parametros / Materia Organica												
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/l	5	5.45	6.06	4.55	6.18	6.88	5.72	6.69	7.96	6.65	6.61
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/l	10	< 6	--	< 2	4	--	--	< 2	< 2	< 2	< 2
Nitratos (NO3-)	mg/l	13	0.073	--	< 0.03	0.3101	0.443	0.3101	0.026	0.155	1.065	0.222
Fósforo Total	mg/l	0.05	< 0.6	0.02	0.019	0.03	0.03	< 0.01	--	--	< 0.01	< 0.01
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	2000	< 1.8	--	--	--	--	--	--	--	14	20

La Figura 15. Muestra el porcentaje de variación temporal entre las concentraciones de Oxígeno Disuelto entre el periodo 2012-2019, lo que permite observar que los incrementos y disminuciones entre los valores resultantes entre el periodo 2012-2018, son variados y que durante el año 2019 se presentan decrecimientos, que hacen que el porcentaje positivo de variación total de 3.94% obtenido, tenga tendencia a disminuir.

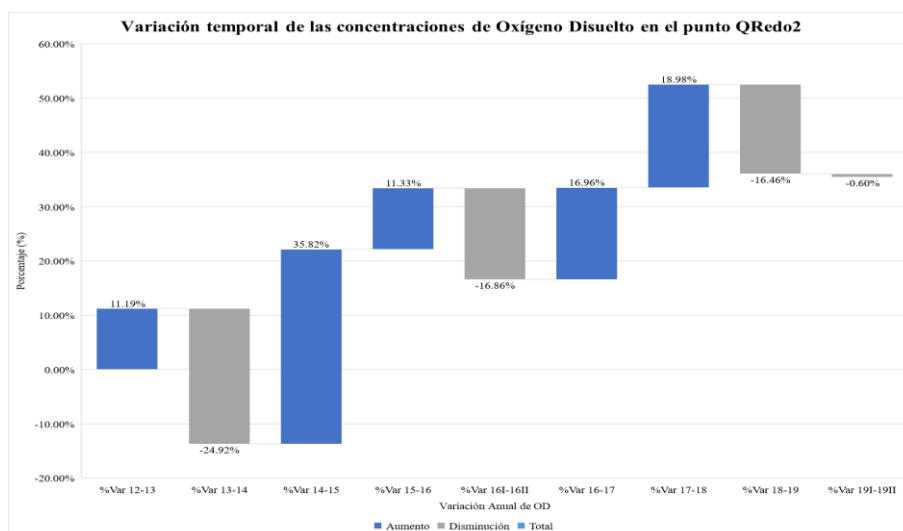


Figura 15. Representación gráfica del porcentaje de variación temporal de las concentraciones de Oxígeno Disuelto en el punto QRedo2.

En la Tabla 9, los resultados de las concentraciones de los parámetros físico-químico, metal obtenidos en el punto QRedo1 entre el periodo 2012-2019, denotan: un (01) incumplimiento a los ECA para agua en el año 2013, para el parámetro de Plomo, el mismo que no tuvo influencia significativa en el cálculo del subíndice S2 cuyo valor obtenido fue de 100.

Tabla 9. Resultados de parámetros físico-químico, metal registrados en el punto QRedo2 entre el periodo 2012-2019

Codigo de Punto de Muestreo	Unidad	ECA Cat.4E2	QRedo2									
			1° M	2° M	3° M	4° M	5° M	6° M	7° M	8° M	9° M	10° M
Numero de Muestreo			27/11/2012	19/11/2013	22/04/2014	02/09/2015	26/04/2016	15/11/2016	29/08/2017	17/04/2018	23/04/2019	06/11/2019
Fecha de muestreo												
Parametros / Físico - Químico, Metal												
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6.5 / 9.0	7.43	6.97	7.22	7.32	6.82	6.93	6.63	7.52	6.75	7.42
Sólidos Suspendedos Totales	mg/l	400	<3	<3	4.27	1	2	<1	5	4	3	<3
Arsénico	mg/l	0.15	<0.003	<0.001	<0.001	<0.007	<0.007	<0.007	0.00084	0.00165	0.0011	0.0012
Cobre	mg/l	0.1	<0.003	<0.0004	0.0006	0.0035	<0.002	<0.002	0.00085	0.00104	0.00071	0.0014
Mercurio	mg/l	0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00005
Plomo	mg/l	0.0025	<0.001	0.0032	<0.0004	<0.001	<0.001	<0.001	<0.0002	<0.0002	<0.0002	<0.0002
Zinc	mg/l	0.12	<0.003	<0.003	<0.003	0.03	0.024	<0.0004	<0.01	<0.01	0.0172	0.029

La Figura 14. muestra el porcentaje de variación temporal entre la concentraciones de Plomo entre el periodo 2012-2019, lo que permite observar que el incremento registrado en el valor resultante del año 2013 marcó una tendencia hacia el aumento de las concentraciones de Plomo, el mismo que ha experimentado disminuciones sostenidas significativas al punto de estar por debajo del límite de cuantificación a partir del año 2017, lo que hace que independientemente a que el porcentaje positivo de variación total sea de 22.50% este tenga una tendencia a continuar disminuyendo.

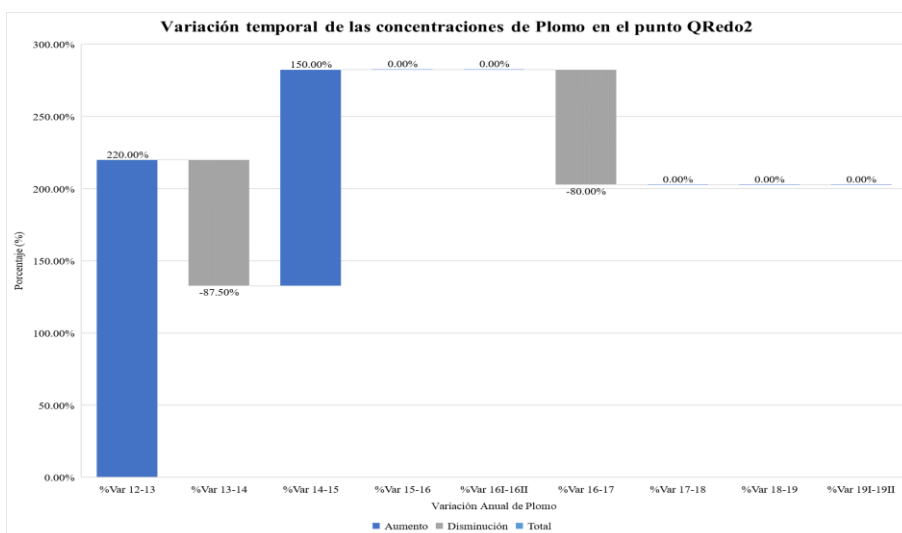


Figura 16. Representación gráfica del porcentaje de variación temporal de las concentraciones de Plomo en el punto QRedo2.

En la Tabla 10, los resultados de las concentraciones de parámetros de materia orgánica obtenidos en el punto RAc1 entre el periodo 2015-2021, denotan: tres (03) incumplimientos a los ECA para agua en los años 2015, 2019II y 2020, para el parámetro de Fosforo Total, los cuales influyeron en el cálculo del subíndice S1 cuyo valor obtenido fue de 84.

Tabla 10. Resultados de parámetros de materia orgánica registrados en el punto RAc1 entre el periodo 2015-2021

La Figura 17, muestra el porcentaje de variación temporal entre los valores resultantes de Fosforo Total entre el periodo 2015-2021, lo que permite observar que el periodo 2017-2018 no fue evaluado y que el aumento del año 2015 sumado al notable incremento en las concentraciones de dicho parámetro registradas en la temporada de estiaje del año 2019 y el años 2020 muestran un porcentaje positivo de variación total de 285.82%, pese a la normalización de valores registrado en el año 2021, lo que indica que existe tendencia al aumento de las concentraciones de Fosforo Total en el citado punto.

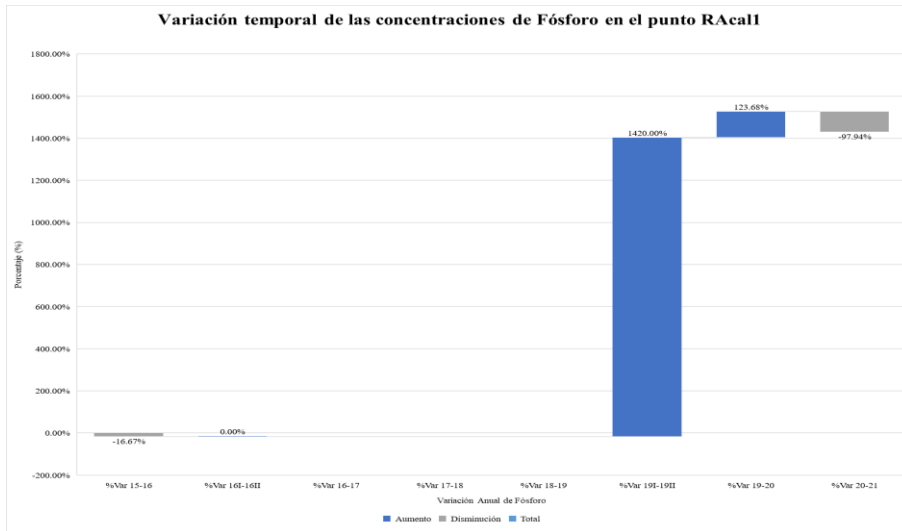


Figura 17. Representación gráfica del porcentaje de variación temporal de las concentraciones de Fosforo en el punto RAca11.

En la Tabla 11, los resultados de las concentraciones de los parámetros físico-químico, metal obtenidos en el punto RAca11 entre el periodo 2015-2021, denotan: dos (02) incumplimientos a los ECA para agua en el año 2015 y 2016, para los parámetros de Zinc y Plomo respectivamente, los mismos que no influyeron en el cálculo del subíndice S2 cuyo valor obtenido fue de 95.

Tabla 11. Resultados de parámetros físico-químico, metal registrados en el punto RAca11 entre el periodo 2012-2021

La Figura 18, muestra el porcentaje de variación temporal entre la concentraciones de Plomo entre el periodo 2015-2021, lo que permite observar que el incremento en el valor resultante registrado en la temporada de avenidas del 2016 marco una tendencia hacia el aumento de las concentraciones de Plomo, el mismo que ha experimentado disminuciones sostenidas significativas al punto de estar por debajo del límite de cuantificación a partir de la temporada de estiaje del 2016 al año, lo que hace que independientemente a que el porcentaje positivo de variación total sea de 56.79% este tenga una tendencia a continuar disminuyendo.

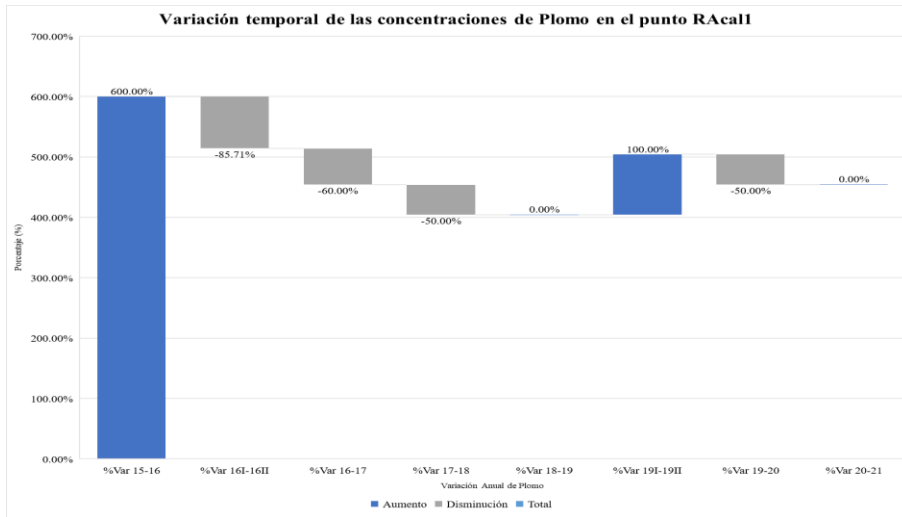


Figura 18. Representación gráfica del porcentaje de variación temporal de las concentraciones de Plomo en el punto RAcall.

La Figura 19, muestra el porcentaje de variación temporal entre la concentraciones de Zinc entre el periodo 2015-2021, lo que permite observar que el incremento en el valor resultante registrado en el año 2015 marcó una tendencia hacia el aumento de las concentraciones de Zinc, el mismo que ha experimentado disminuciones sostenidas significativas al punto de estar por debajo del límite de cuantificación a partir de la temporada de estiaje del 2017 al año, lo que hace que independientemente a que el porcentaje negativo de variación total sea de -24.87%, las concentraciones de dicho elemento tengan una marcada tendencia de continuar disminuyendo.

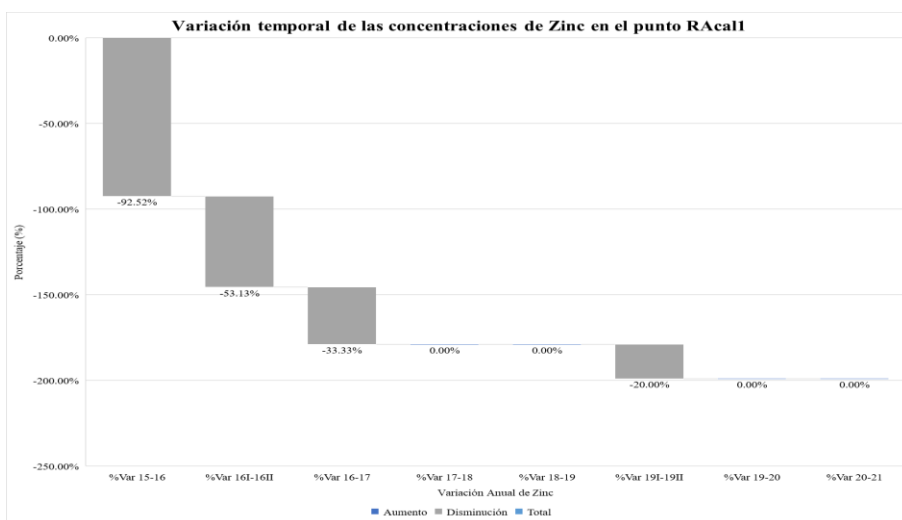


Figura 19. Representación gráfica del porcentaje de variación temporal de las concentraciones de Zinc en el punto RAcall.

En la Tabla 12, los resultados de las concentraciones de parámetros de materia orgánica obtenidos en el punto RCush1 entre el periodo 2015-2021, denotan: seis (06) incumplimientos a los ECA para agua en los años 2015, 2016I, 2016II, 2019II, 2020 y 2021, para el parámetro de Fosforo Total, los cuales influyeron en el cálculo del subíndice S1 cuyo valor obtenido fue de 86.

Tabla 12. Resultados de parámetros de materia orgánica registrados en el punto RCush1 entre el periodo 2015-2021

La Figura 20, muestra el porcentaje de variación temporal entre las concentraciones de Fosforo Total entre el periodo 2015-2021, lo que permite observar que el periodo 2017-2018 no fue evaluado y que el aumento de los años 2015, 2016I, 2016II, 2020 y 2021 sumado al notable incremento en el valor resultante de dicho parámetro registrado en la temporada de estiaje del año 2019, tuvo influencia en el porcentaje positivo de variación total de 368.48%, pese a la disminución de valores registrado en el año 2020, lo que indica que existe tendencia al aumento de las concentraciones de Fosforo Total en el citado punto.

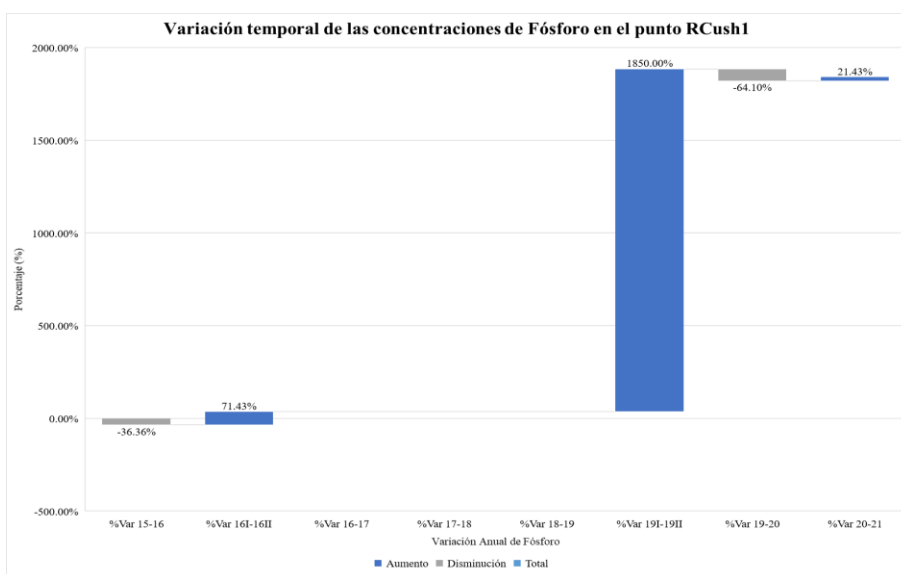


Figura 20. Representación gráfica del porcentaje de variación temporal de las concentraciones de Fosforo en el punto RCush1.

En la Tabla 13, los resultados de las concentraciones de los parámetros físico-químico, metal obtenidos en el punto RCush1 entre el periodo 2015-2021, denotan: dos (02) incumplimientos a los ECA para agua en la temporada de estiaje del año 2016 y el año 2021, para el parámetro de Plomo, los mismos que no influyeron en el cálculo del subíndice S2 cuyo valor obtenido fue de 98.

Tabla 13. Resultados de parámetros físico-químico, metal registrados en el punto RCush1 entre el periodo 2015-2021

La Figura 21, muestra el porcentaje de variación temporal entre la concentraciones de Plomo entre el periodo 2015-2021, lo que permite observar que lo incrementos registrados en los años 2016 y 2021 marcan una tendencia hacia el aumento de las concentraciones de Plomo, a pesar de experimentar disminuciones hasta por debajo de límite de cuantificación entre el periodo de estiaje del 2016 hasta el año 2020, hecho que se confirma con el porcentaje positivo de variación total sea de 220.00% obtenido que confirma la tendencia al aumento de las concentraciones de Plomo en el citado punto.

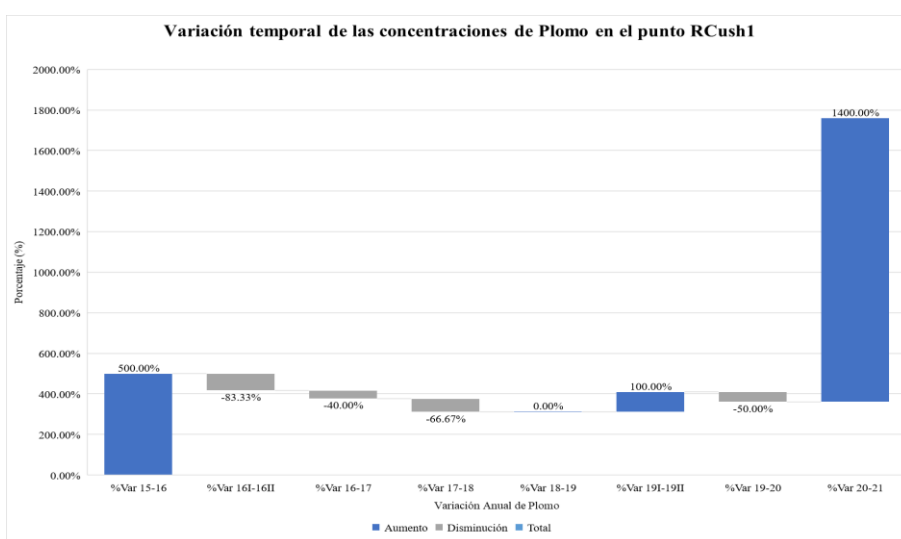


Figura 21. Representación gráfica del porcentaje de variación temporal de las concentraciones de Plomo en el punto RCush1.

En la Tabla 14, los resultados de las concentraciones de parámetros de materia orgánica obtenidos en el punto RCota1 entre el periodo 2012-2021, denotan: siete (07) incumplimientos a los ECA para agua en los años 2013, 2014, 2015, 2016I, 2016II, 2019 y 2020, para el parámetro de Fosforo Total, así mismo un (01) incumplimiento en la concentración de coliformes termotolerantes en el año 2020 los cuales influyeron en el cálculo del subíndice S1 cuyo valor obtenido fue de 80.

Tabla 14. Resultados de parámetros de materia orgánica registrados en el punto RCota1 entre el periodo 2012-2021

La Figura 22, muestra el porcentaje de variación temporal entre las concentraciones de Fosforo Total entre el periodo 2012-2021, lo que permite observar que dicho parámetro muestra incrementos en todos el periodo de evaluación a excepción del año 2012, el periodo de avenidas del año 2019, el año 2021 considerando que en el periodo 2017-2018 no fue monitoreado, en donde los aumentos de los años 2013 y 2020 marcan una tendencia al incremento de las concentraciones de dicho parámetro que se sustentan en el porcentaje positivo de variación total de 128.63% obtenido, ello independientemente a la disminución de la concentración de Fosforo Total experimentada en el año 2021 en el citado punto .

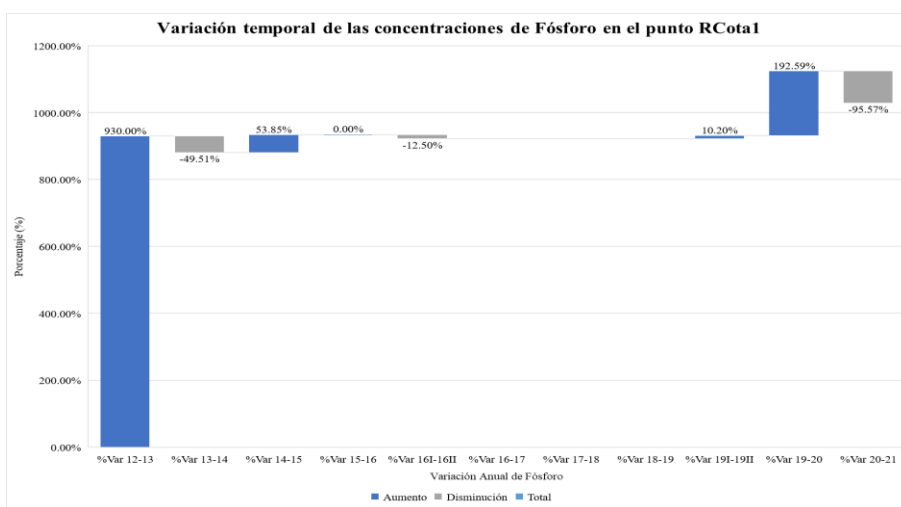


Figura 22. Representación gráfica del porcentaje de variación temporal de las concentraciones de Fósforo en el punto RCota1.

La Figura 23, muestra el porcentaje de variación temporal entre las concentraciones de Coliformes Termotolerantes entre el periodo 2012-2021, lo que denota que solo un incremento extraordinario en los valores referenciales obtenidos en el año 2020 influye directamente en el porcentaje positivo de variación total de 51.8E4% obtenida, lo que hace suponer considerando la normalización de las concentraciones en el año 2021 y la data histórica a que dicho incremento corresponde a un evento aislado y que la tendencia es decreciente.

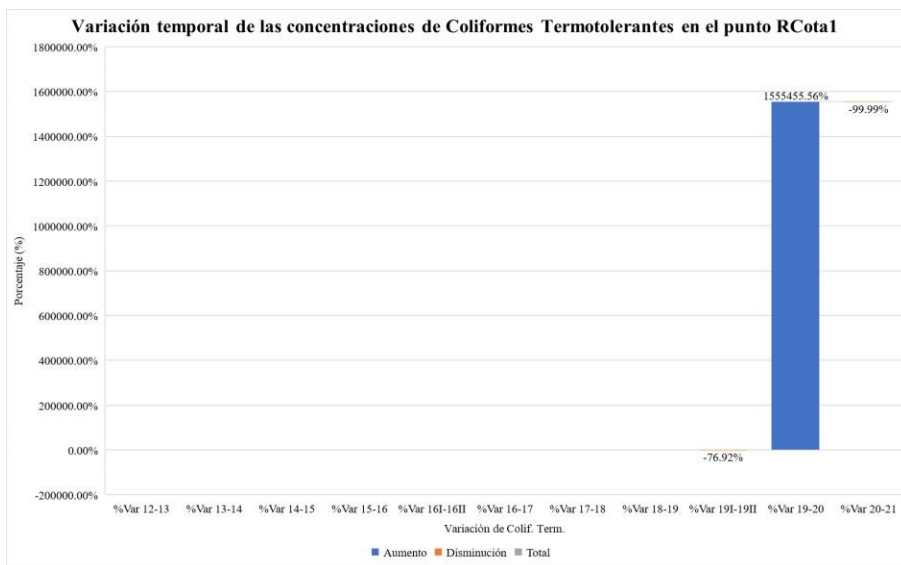


Figura 23. Representación gráfica del porcentaje de variación temporal de las concentraciones de Coliformes Termotolerantes en el punto RCota1.

En la Tabla 15, muestra los resultados de las concentraciones de los parámetros físico-químico, metal obtenidos en el punto RCush1 entre el periodo 2015-2021, denotan: dos (02) incumplimientos a los ECA para agua en los años 2013 y 2018, para los parámetros de pH y Plomo respectivamente, los mismos que no influyeron en el cálculo del subíndice S2 cuyo valor obtenido fue de 99.

Tabla 15. Resultados de parámetros físico-químico, metal registrados en el punto RCota1 entre el periodo 2012-2021

Codigo de Punto de Monitoreo	RCota1													
	Unidad	ECA Cat.4E2	1° M	2° M	3° M	4° M	5° M	6° M	7° M	8° M	9° M	10° M	11° M	12° M
Numero de Monitoreo														
Fecha de monitoreo			28/11/2012	20/11/2013	22/04/2014	03/09/2015	28/04/2016	17/11/2016	31/08/2017	19/04/2018	25/04/2019	07/11/2019	12/11/2020	10/06/2021
Parametros / Físico - Químico, Metal														
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6.5 / 9.0	8.2	8.2	7.6	8.39	7.34	8.28	7.5	6.33	7.25	8.11	7.21	7.39
Sólidos Suspendedos Totales	mg/l	400	<3	3.95	12.44	2	13	4	3	8	13	7	6	4
Arsénico	mg/l	0.15	0.026	0.033	0.01	0.024	0.013	0.035	0.0248	0.01473	0.01146	0.0312	0.029	0.0196
Cobre	mg/l	0.1	<0.003	<0.0004	<0.0004	<0.002	<0.002	<0.002	<0.00003	0.00075	0.0006	0.0007	0.001	<0.0003
Mercurio	mg/l	0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.00003	<0.00003	<0.00003	<0.00005	<0.00005	<0.00005
Plomo	mg/l	0.0025	<0.001	0.0066	0.0009	<0.001	<0.001	<0.001	<0.0002	<0.0002	0.0003	<0.0002	0.0004	<0.0002
Zinc	mg/l	0.12	0.004	<0.003	<0.003	0.022	0.011	0.005	<0.01	<0.01	0.0117	<0.008	<0.008	<0.008

La Figura 24, muestra el porcentaje de variación temporal entre los niveles de pH entre el periodo 2012-2021, lo que permite observar que los incrementos y disminuciones constantes entre los valores resultantes entre el periodo 2012-2021, repercuten en el porcentaje negativo de variación total de -0.35% resultante, que indica que la tendencia de en las concentraciones de pH en el citado punto tienen a decrecer ligeramente.

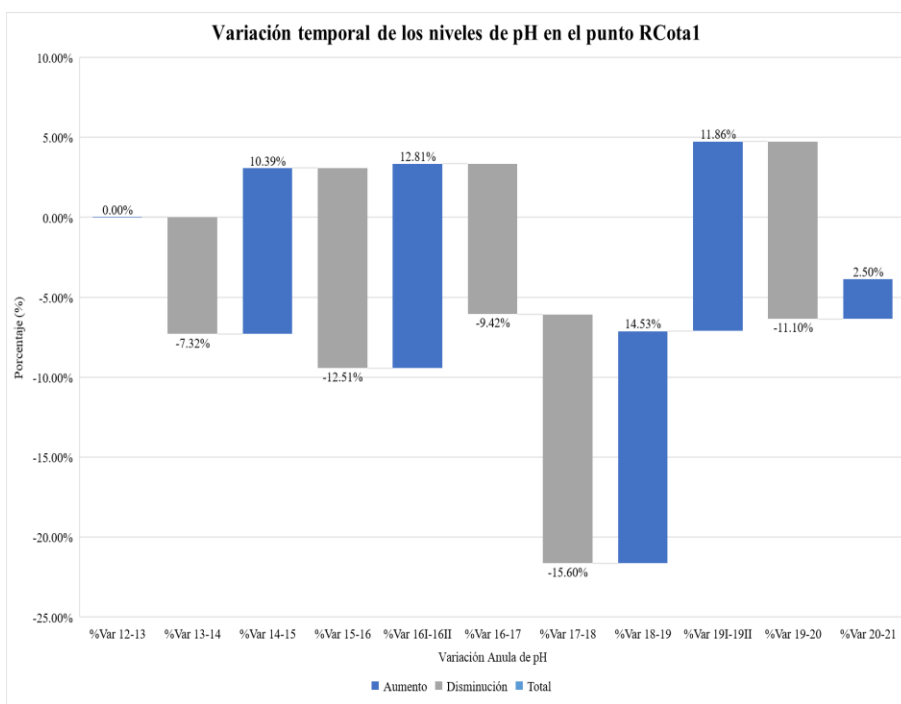


Figura 24. Representación gráfica del porcentaje de variación temporal de los niveles de pH en el punto RCota1.

La Figura 25, muestra el porcentaje de variación temporal entre las concentraciones de Plomo entre el periodo 2012-2021, lo que permite observar que el incremento registrado en el valor resultante del año 2013 marco una tendencia hacia el aumento de las concentraciones de Plomo, el mismo que ha experimentado disminuciones sostenidas significativas al punto de estar por debajo del límite de cuantificación a partir del año 2018, lo que hace que a pesar que el porcentaje positivo de variación total sea de 42.86% este tenga una tendencia a continuar disminuyendo.

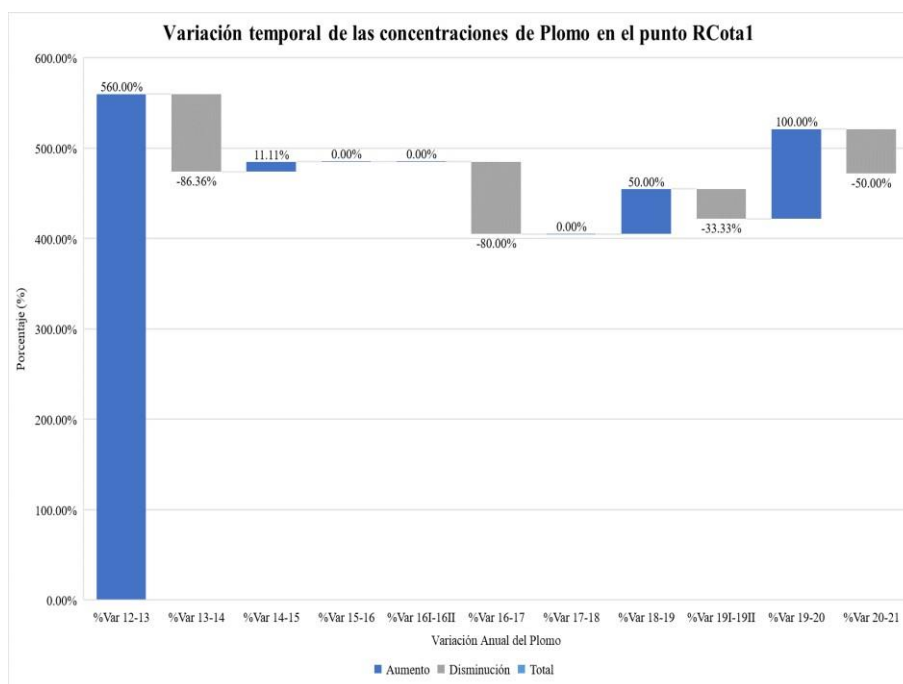


Figura 25. Representación gráfica del porcentaje de variación temporal de las concentraciones de Plomo en el punto RCota1.

En la Tabla 16, los resultados de las concentraciones de parámetros de materia orgánica obtenidos en el punto RCota1 entre el periodo 2012-2021, denotan que respecto a los ECA para agua existen: once (11) incumplimientos en los años 2013, 2014, 2015, 2016I, 2016II, 2017, 2018, 2019I, 2019II, 2020 y 2021, para las concentraciones de Oxígeno Disuelto, nueve (09) incumplimientos en las concentraciones de DBO₅ en los años 2014, 2015, 2016II, 2017, 2018, 2019I, 2019II, 2020 y 2021, nueve (09) incumplimientos en las concentraciones de Fosforo Total en los años 2013, 2014, 2015, 2016I, 2016II, 2019I, 2019II, 2020 y 2021, nueve (09) incumplimientos en las concentraciones de Coliformes Termotolerantes en los años 2012, 2014, 2016I, 2016II, 2017, 2018, 2019I, 2019II, y 2020; todos los cuales influyeron en el cálculo del subíndice S1 cuyo valor obtenido fue de 24.

Tabla 16. Resultados de parámetros de materia orgánica registrados en el punto QChac1 entre el periodo 2012-2021

Codigo de Punto de Monitoreo	Unidad	ECA Cat.4E2	QChac1											
			1° M	2° M	3° M	4° M	5° M	6° M	7° M	8° M	9° M	10° M	11° M	12° M
Numero de Monitoreo			28/11/2012	20/11/2013	22/04/2014	03/09/2015	28/04/2016	16/11/2016	31/08/2017	19/04/2018	24/04/2019	05/11/2019	11/11/2020	9/06/2021
Parametros / Materia Organica														
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/l	5	6.72	1.78	3.12	2.5	2.27	2.09	4.23	1.89	0.91	1.16	1.18	0.65
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/l	10	13	--	12.43	54	6	128	36	30	148	45	186	142
Nitratos (NO3-)	mg/l	13	--	--	0.26	0.6202	<0.005	0.6202	<0.009	<0.009	<0.009	<0.009	<0.009	<0.009
Fósforo Total	mg/l	0.05	2.4	2.232	1.701	3.5	3.45	5.23	--	--	4.96	4.346	3.769	1.063
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	2000	2400	--	1700000	--	3300000	4600000	46000	170000	700000	3300000	46000	1700

La Figura 26, muestra el porcentaje de variación temporal entre las concentraciones de Oxígeno Disuelto entre el periodo 2012-2021, lo que permite observar que los incrementos y disminuciones en los valores referenciales se encuentran siempre por debajo de los niveles mínimos especificados en el ECA para agua, y cuyo comportamiento se refleja en el porcentaje negativo de variación total de -5.07% obtenido, que indica que las concentraciones de oxígeno disuelto en el citado punto tienden a disminuir.

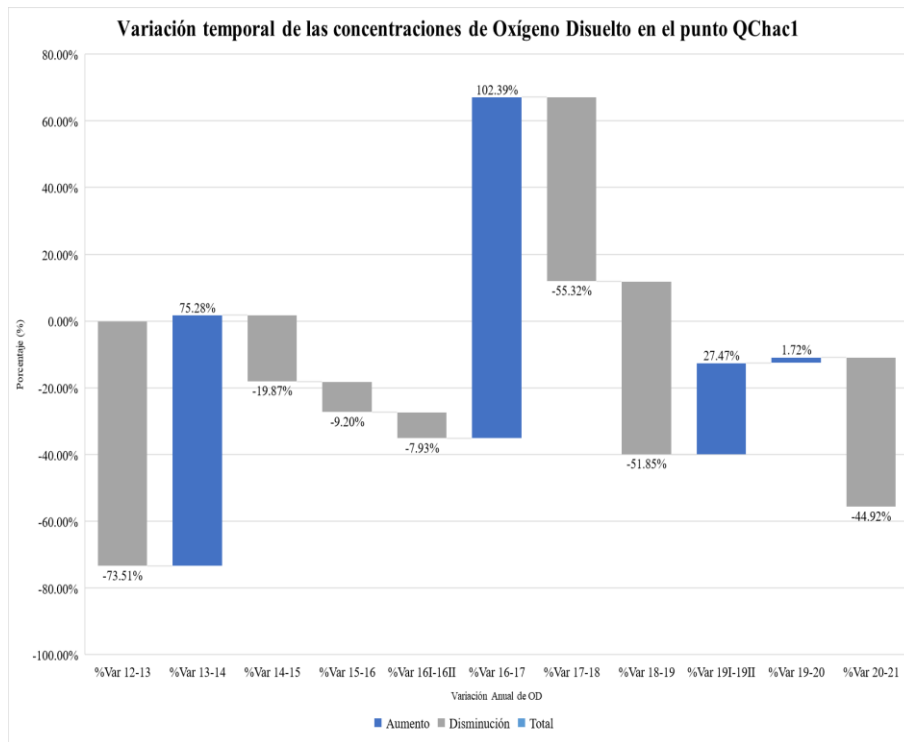


Figura 26. Representación gráfica del porcentaje de variación temporal de las concentraciones de Oxígeno Disuelto en el punto QChac1

La Figura 27, muestra el porcentaje de variación temporal entre las concentraciones de DBO₅ entre el periodo 2012-2021, lo que permite observar que los incrementos y disminuciones en los valores referenciales se encuentran siempre por debajo de los niveles mínimos especificados en el ECA para agua, en donde los altos incrementos en las concentraciones de los años 2016II, 2019I, 2020 y 2021 influyeron en el porcentaje positivo de variación total de -311.53% obtenido, lo que indica que las concentraciones de DBO₅ en el citado punto tienden a incrementarse.

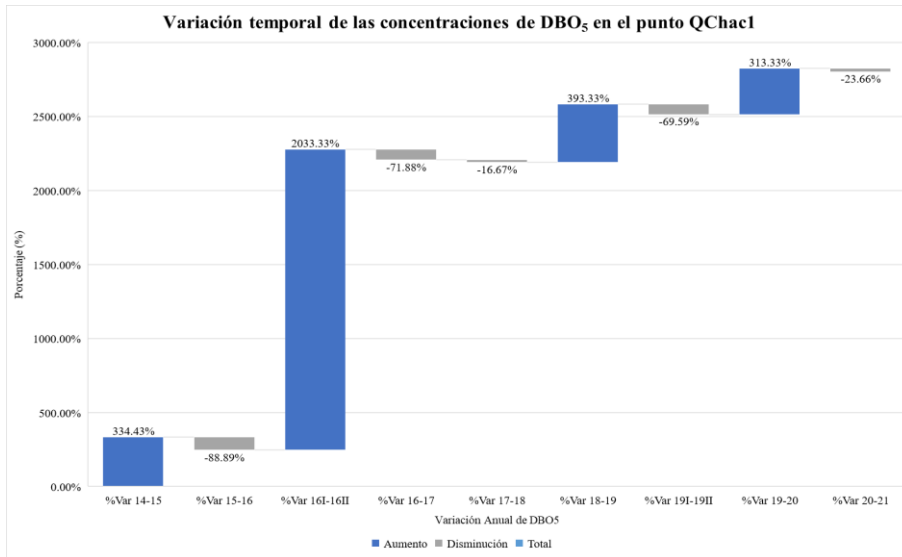


Figura 27. Representación gráfica del porcentaje de variación temporal de las concentraciones de DBO₅ en el punto QChac1.

La Figura 28, muestra el porcentaje de variación temporal entre las concentraciones de Fosforo Total entre el periodo 2012-2021, lo que permite observar que dicho parámetro en sus valores referenciales muestra incrementos y disminuciones en todos los periodos de evaluación a excepción de los años 2012, 2017 y 2018 que no fueron evaluados, los mismos que se encuentran siempre por encima del límite establecido en el ECA Agua, lo que evidencia una tendencia al incremento de las concentraciones de dicho parámetro a través del porcentaje positivo de variación total de 3.46% obtenido para el citado punto.

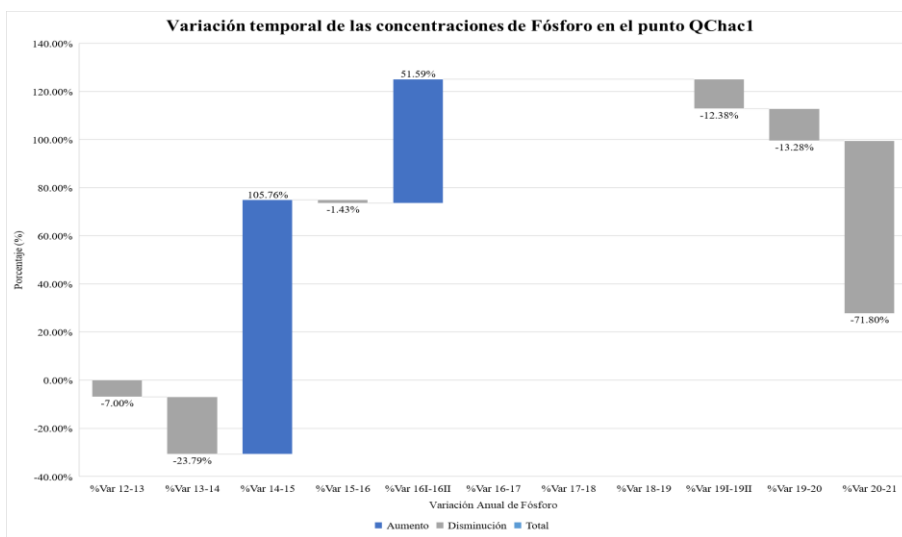


Figura 28. Representación gráfica del porcentaje de variación temporal de las concentraciones de Fósforo en el punto QChac1.

La Figura 29, muestra el porcentaje de variación temporal entre las concentraciones de Coliformes Termotolerantes entre el periodo 2012-2021, lo que permite observar la existencia de grandes incrementos de los valores referenciales en todos todo el periodo evaluado a excepción de los años 2013 y 2015 que no fueron monitoreados, lo influyó en el porcentaje positivo de variación total de 278.84% obtenido, que muestra un tendencia hacia el incremento de las concentraciones de dicho parámetro en el citado punto pese a la normalización de sus valores en el año 2021.

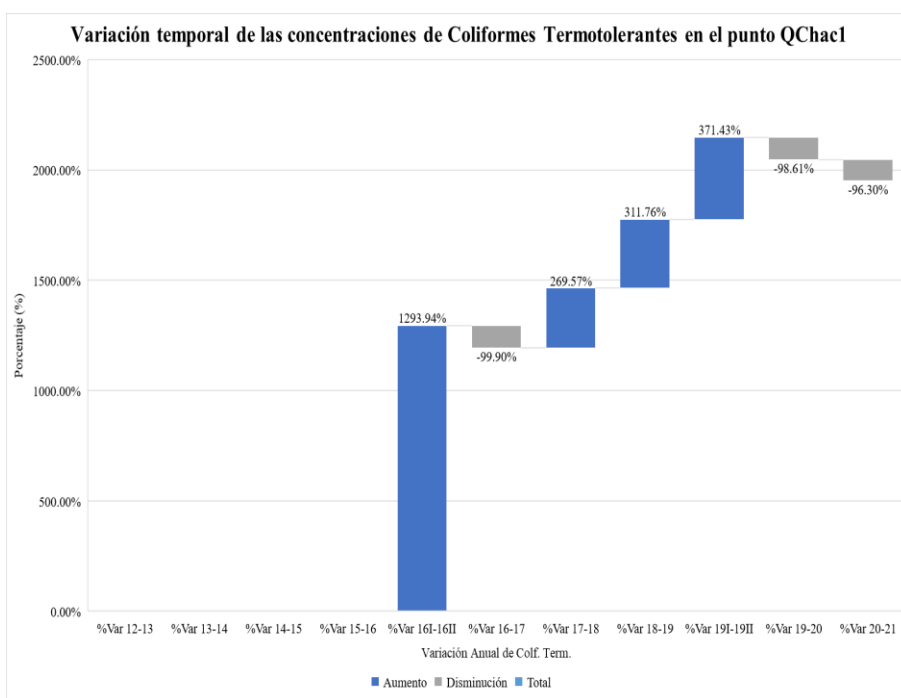


Figura 29. Representación gráfica del porcentaje de variación temporal de las concentraciones de Coliformes Termotolerantes en el punto QChac1.

En la Tabla 17, los resultados de las concentraciones de los parámetros físico-químico, metal obtenidos en el punto QChac1 entre el periodo 2012-2021, denotan que respecto a los ECA para agua existen: siete (07) incumplimientos a los en los años 2012, 2013, 2014, 2016I, 2018 y 2019I, para las concentraciones de Plomo, y un (01) incumplimiento el año 2019II en la concentración de Zinc, los cuales no influyeron en el cálculo del subíndice S2 cuyo valor obtenido fue de 93.

Tabla 17. Resultados de parámetros físico-químico, metal registrados en el punto QChac1 entre el periodo 2012-2021

a Figura 30, muestra el porcentaje de variación temporal entre las concentraciones de Plomo entre el periodo 2012-2021, lo que permite observar incrementos y disminuciones de los valores referenciales en forma constante, donde el incremento registrado en el año 2013 influyo en el porcentaje positivo de variación total de 62.54% obtenido, el mismo que considerando la normalización de las concentraciones del citado parámetro registradas en los años 2019II, 2020 y 2021, presenta tendencia a disminuir.

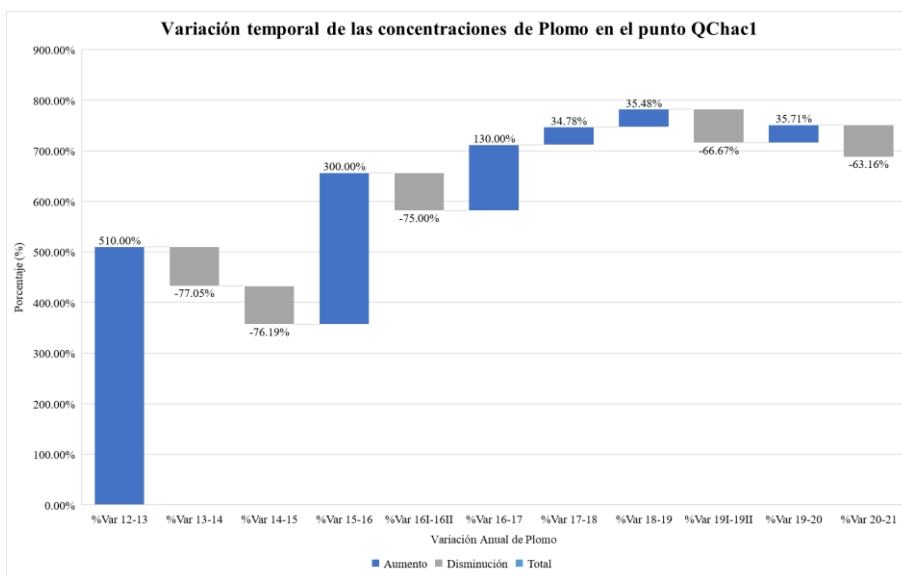


Figura 30. Representación gráfica del porcentaje de variación temporal de las concentraciones de Plomo en el punto QChac1.

La Figura 31, muestra el porcentaje de variación temporal entre la concentraciones de Zinc entre el periodo 2012-2021, lo que permite observar que el incremento en el valor resultante registrado en el año 2019I influyo en el porcentaje positivo de variación total de 93.87% obtenido, el mismo que considerando la normalización de las concentraciones del citado parámetro registradas en los años 2019II, 2020 y

2021, presenta tendencia a disminuir

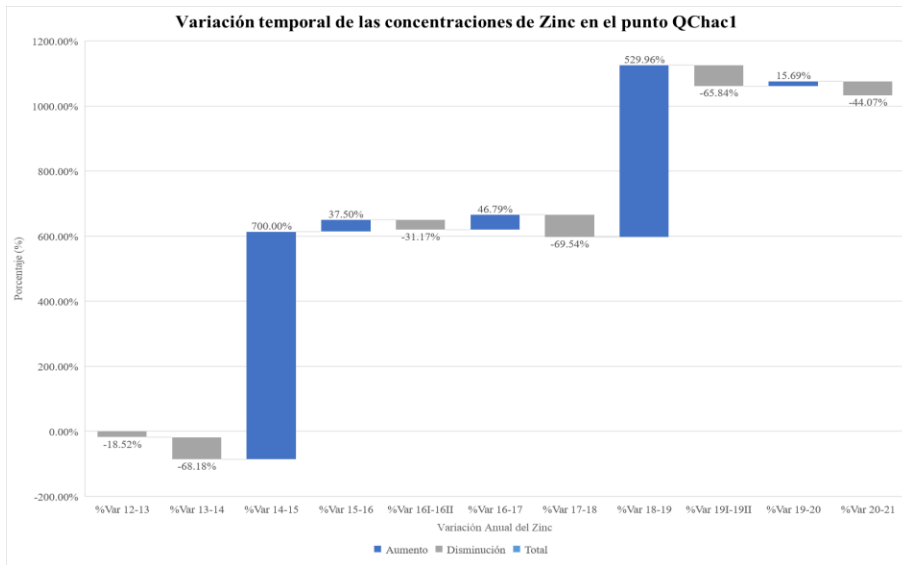


Figura 31. Representación gráfica del porcentaje de variación temporal de las concentraciones de Zinc en el punto QChac1.

En la Tabla 18, los resultados de las concentraciones de parámetros de materia orgánica obtenidos en el punto RCota3 entre el periodo 2012-2018, denotan: cinco (05) incumplimientos a los ECA para agua en los años 2013, 2014, 2015, 2016I y 2016II, para el parámetro de Fosforo Total, los cuales influyeron en el cálculo del subíndice S1 cuyo valor obtenido fue de 93.

Tabla 18. Resultados de parámetros de materia orgánica registrados en el punto RCota3 entre el periodo 2012-2018

Codigo de Punto de Monitoreo	Unidad	ECA Cat.4E2	RCota3					
			1° M	2° M	3° M	4° M	5° M	6° M
Numero de Monitoreo								
Fecha de monitoreo			05/12/2012	12/11/2013	15/04/2014	08/09/2015	10	
Parametros / Materia Organica								
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/l	5	8.22					
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/l	10						
Nitratos (NO3-)	m							
Fósforo Total								
Coliforme								

La Figura 32, muestra el porcentaje de variación temporal entre las concentraciones de Fosforo Total entre el periodo 2012-2018, al respecto se observa que el periodo 2012, 2017-2021 no fue evaluado y que pese al notable incremento en el valor resultante de dicho parámetro registrado en la temporada de estiaje del año 2013 sumado a los incrementos de los años 2013, 2014, 2015, la normalización de las concentraciones en el citado punto en el año 2016 influyo en

el porcentaje negativo de variación total de -9.75%, lo que indica que las concentraciones de Fosforo Total en el citado punto tienen tendencia a disminuir.

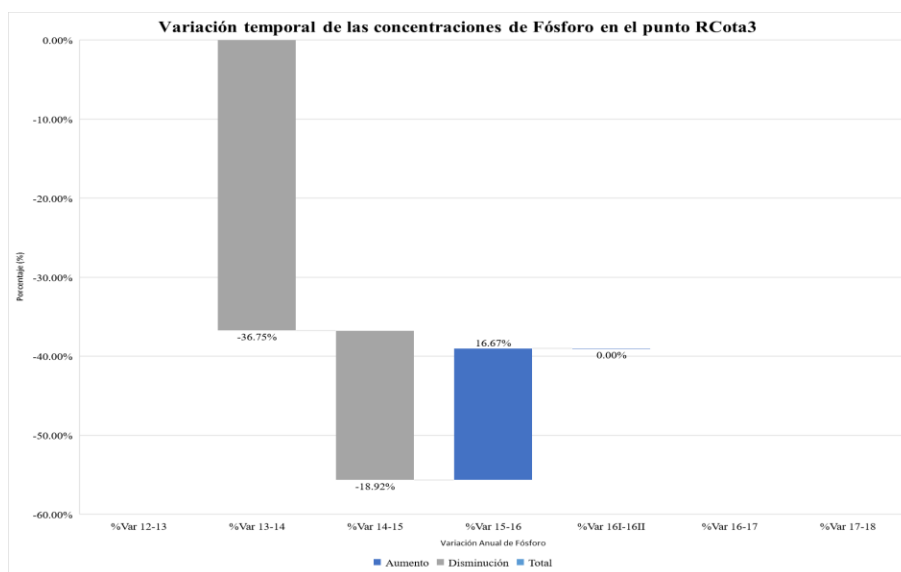


Figura 32. Representación gráfica del porcentaje de variación temporal de las concentraciones de Fósforo en el punto RCota3.

En la Tabla 19, los resultados de las concentraciones de los parámetros físico-químico, metal obtenidos en el punto QChac1 entre el periodo 2012-2021, denotan que respecto a los ECA para agua existen: siete (07) incumplimientos a los en los años 2012, 2013, 2014, 2016I, 2018 y 2019I, para las concentraciones de Plomo, y un (01) incumplimiento el año 2019II en la concentración de Zinc, los cuales que no influyeron en el cálculo del subíndice S2 cuyo valor obtenido fue de 93.

Tabla 19. Resultados de parámetros físico-químico, metal registrados en el punto RCota1 entre el periodo 2012-2018

Codigo de Punto de Monitoreo	Unidad	ECA Cat.4E2	RCota3							
			1° M	2° M	3° M	4° M	5° M	6° M	7° M	8° M
Numero de Monitoreo										
Fecha de monitoreo			05/12/2012	12/11/2013	15/04/2014	08/09/2015	10/05/2016	03/11/2016	05/09/2017	03/05/2018
Parametros / Físico - Químico, Metal										
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6.5 / 9.0	8.26	8.45	8.07	8.66	8.32	8.47	8.15	7.34
Sólidos Suspendedos Totales	mg/l	400	157	35.72	21.15	3	43	12	18	3
Arsénico	mg/l	0.15	0.026	0.024	0.011	0.018	0.014	0.024	0.02278	0.01297
Cobre	mg/l	0.1	0.006	0.001	0.002	0.003	<0.002	<0.002	0.00126	0.00099
Mercurio	mg/l	0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.00003	<0.00003
Plomo	mg/l	0.0025	0.0031	0.0084	0.0027	<0.001	<0.001	<0.001	<0.0002	<0.0002
Zinc	mg/l	0.12	<0.003	0.006	0.015	0.02	0.012	0.008	<0.01	<0.01

La Figura 33, muestra el porcentaje de variación temporal entre la concentraciones de Plomo entre el periodo 2012-2021, lo que permite observar que el incremento registrado en el valor resultante del año 2013 marco una tendencia hacia el

aumento de las concentraciones de Plomo, el mismo que ha experimentado disminuciones sostenidas significativas al punto de estar por debajo del límite de cuantificación a partir del año 2018, lo que hace que a pesar que el porcentaje positivo de variación total sea de 42.86% este tenga una tendencia a continuar disminuyendo.

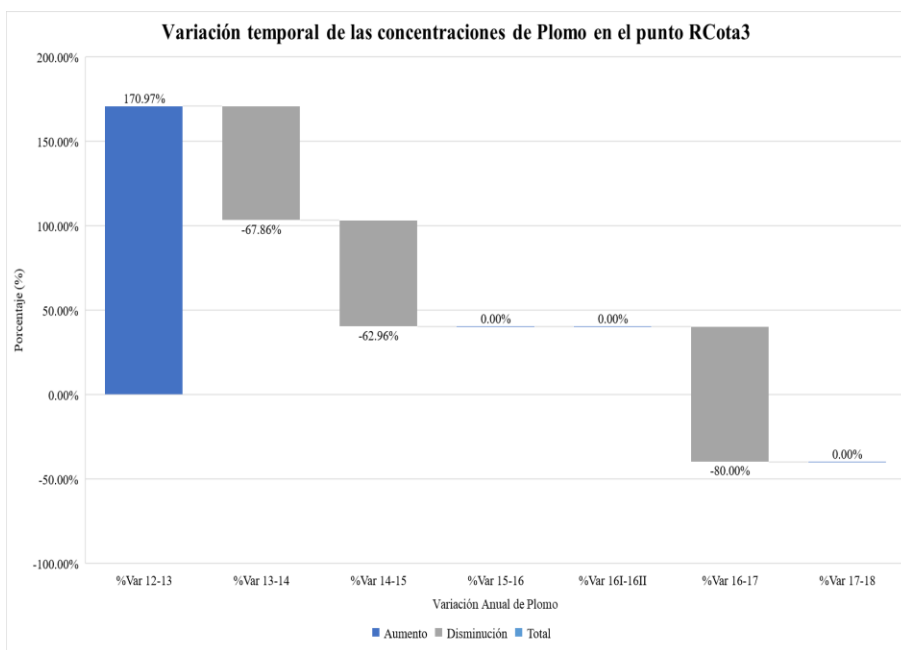


Figura 33. Representación gráfica del porcentaje de variación temporal de las concentraciones de Plomo en el punto RCota3.

4.2. Determinación del índice de calidad ambiental de los recursos hídricos superficiales para la mejora en la gestión de la calidad de agua, subcuenca del río Cotahuasi, Arequipa, 2021.

En relación al objetivo general que fue; determinar si el índice de calidad ambiental de los recursos hídricos superficiales mejora en la gestión de la calidad de agua, subcuenca del río Cotahuasi, Arequipa, 2021. Se contrastaron las hipótesis:

H₁: La calidad ambiental de los recursos hídricos superficiales mejora significativamente la gestión de la calidad de agua, subcuenca del río Cotahuasi, Arequipa, 2021.

H₀: La calidad ambiental de los recursos hídricos superficiales no mejora significativamente la gestión de la calidad de agua, subcuenca del río Cotahuasi, Arequipa, 2021.

Los resultados con los cuales se realizó el contraste de hipótesis se muestran en la Tabla 20.

Tabla 20. Análisis de correspondencias de la gestión de la calidad del agua y los puntos de muestreo de la subcuenca del río Cotahuasi.

Punto de muestreo	Recurso hídrico		Subíndice 1 ICARHS		Subíndice 2 ICARHS		ICARHS		Gestión	
	Tipo	Nombre	Valor	Nivel	Valor	Nivel	Valor	Nivel	Valor	Nivel
QRedo1	Quebrada	Redonda	99	Excelente	100	Excelente	99	Excelente	67	Eficiente
QRedo2	Quebrada	Redonda	100	Excelente	100	Excelente	100	Excelente	60	Regular
RAcal1	Río	Aguas Calientes	84	Bueno	95	Excelente	84	Bueno	54	Regular
RCush1	Río	Cushpa	86	Bueno	98	Excelente	86	Bueno	52	Regular
RCota1	Río	Cotahuasi	80	Bueno	99	Excelente	80	Bueno	45	Deficiente
QChac1	Quebrada	Chacaylla	24	Pésimo	93	Bueno	24	Pésimo	38	Deficiente
RCota3	Río	Cotahuasi	93	Bueno	97	Excelente	93	Bueno	56	Regular

Se observa la descripción de los resultados obtenidos del cálculo de los Subíndices S1 y S2 cuyo menor valor según la metodología empleada determinó el Índice de Calidad Ambiental de los Recursos Hídricos Superficiales - ICARHS para los 7 puntos de muestreo de la subcuenca del río Cotahuasi ubicados en los principales cursos de agua; Quebrada Redonda (QRedo1, QRedo2), Río Aguas Calientes (RAcal1), Río Cushpa (RCush1), Río Cotahuasi (RCota1, RCota3) y la Quebrada Chacaylla (QChac1). En los resultados se observa que: los puntos ubicados en la Quebrada Redonda (QRedo1 y QRedo2) con un valor de 99 y 100 respectivamente fueron calificados como EXCELENTE para ambos casos, incidiendo en una gestión EFICIENTE y REGULAR respectivamente, el punto ubicado en el río Aguas Calientes (RAcal1) con un valor de 84 fue calificado como de BUENO, incidiendo en una gestión REGULAR, para el punto ubicado en el río Cushpa (RCush1) con un valor de 86 fue calificado como BUENO, incidiendo en una gestión REGULAR, los puntos ubicados en el río Cotahuasi (RCota1 y RCota3) con valores de 80 y 93 respectivamente fueron calificados como BUENO, los que incidieron en una gestión del agua en DEFICIENTE y REGULAR, finalmente, el punto ubicado en la Quebrada Chacaylla (QChac1) con un valor de 24 fue calificado como PESIMO el mismo que presentó un nivel de gestión DEFICIENTE. El coeficiente de correlación de Spearman $Rho = 0.929$ indica que existe una correlación positiva ALTA, el

mismo que permite rechazar la hipótesis nula y aceptar la hipótesis alterna de que la calidad ambiental de los recursos hídricos superficiales mejora significativamente la gestión de la calidad de agua, subcuenca del río Cotahuasi, Arequipa, 2021.

4.3. Identificación del estado de calidad de agua incide en la gestión de la calidad del agua, subcuenca del río Cotahuasi, Arequipa, 2021. Se contrastaron las hipótesis

En relación al primer objetivo específico que fue; identificar si el estado de calidad de agua incide en la gestión de la calidad del agua, subcuenca del río Cotahuasi, Arequipa, 2021. Se contrastaron las hipótesis:

H₁: El estado de la calidad ambiental incide en la gestión de la calidad del agua, subcuenca del río Cotahuasi, Arequipa, 2021.

H₀: El estado de la calidad ambiental no incide en la gestión de la calidad del agua, subcuenca del río Cotahuasi, Arequipa, 2021.

Los resultados con los cuales se realizó el contraste de hipótesis se muestran en la Tabla 21.

Tabla 21. Estado de calidad de agua ICARHS, según la gestión de la calidad del agua, de la subcuenca del río Cotahuasi, Arequipa, 2021.

	Nivel de Gestión			Total	Correlación
	Deficiente	Regular	Eficiente		
Pésimo	14.3%	0.0%	0.0%	14.3%	Rho de Spearman 0.929** Sig. Bilateral p = 0.003 (p<0.01)
Bueno	14.3%	42.9%	0.0%	57.1%	
Excelente	0.0%	14.3%	14.3%	28.6%	
Total	28.6%	57.1%	14.3%	100.0%	

Se muestra la prueba de estadística no paramétrica de correlación de Spearman, presentándose una correlación positiva alta entre el ICARHS y el nivel de la gestión de la calidad del agua de la subcuenca de Cotahuasi evidenciado por un coeficiente de correlación de Spearman, $r_s = 0.929$, interpretándose que a mejor ICARHS se presentará una mejor gestión de la calidad del agua de los puntos de monitoreo evaluados en la subcuenca del río Cotahuasi. El valor de la significancia bilateral $p = 0.003$, indica que existe una relación altamente significativa ($p < 0.01$) entre el ICARHS y la gestión de la calidad del agua, por tanto, se rechaza la hipótesis nula

y se acepta la hipótesis alterna en la que indica que la calidad ambiental incide en la gestión de la calidad del agua, subcuenca del río Cotahuasi, Arequipa, 2021. Además, se muestra que el mayor porcentaje de 42.9%, de puntos de monitoreo presentaron un ICARHS Bueno, presentaron un nivel de Gestión Regular.

4.4. Análisis de la incidencia del monitoreo en los puntos de muestreo sobre la gestión de la calidad del agua en la subcuenca del río Cotahuasi, Arequipa, 2021.

En relación al segundo objetivo específico que fue; analizar si el monitoreo en puntos de muestreo incide en la gestión de la calidad del agua, subcuenca del río Cotahuasi, Arequipa, 2021. Se contrastaron las hipótesis:

H₁: El monitoreo en puntos de muestreo incide en la gestión de la calidad del agua, subcuenca del río Cotahuasi, Arequipa, 2021.

H₀: El monitoreo en puntos de muestreo no incide en la gestión de la calidad del agua, subcuenca del río Cotahuasi, Arequipa, 2021.

Los resultados con los cuales se realizó el contraste de hipótesis se muestran en la Figura 34, en la que se muestra un gráfico de un análisis de correspondencias simples entre el nivel de la gestión de la calidad del agua según punto de monitoreo de la subcuenca del río Cotahuasi.

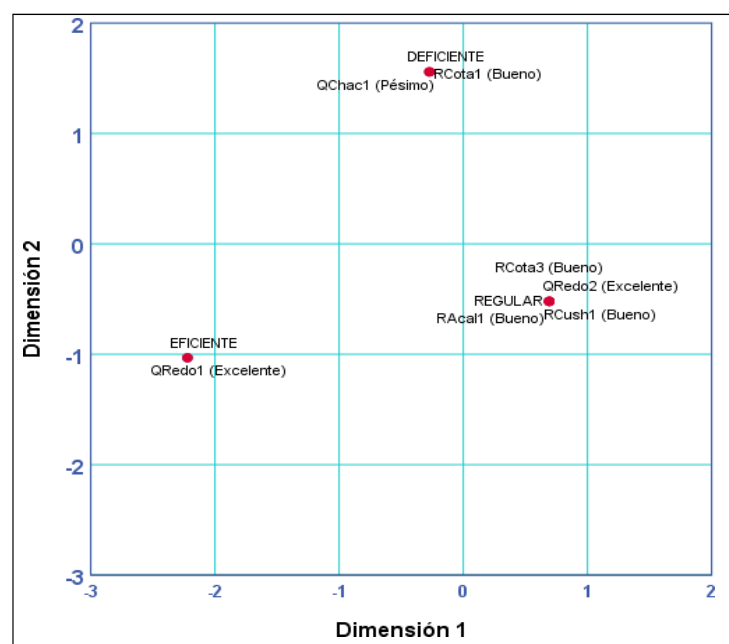


Figura 34. Diagrama biespacial del análisis de correspondencias simples de la gestión de la calidad del agua según puntos de muestreo de la subcuenca del río Cotahuasi.

Se aprecia una correspondencia significativa entre una gestión Eficiente para el punto de muestreo QRedo1 el mismo que presentó un ICARHS de nivel Excelente, mientras una gestión Regular se presentó para los puntos QRedo2 con ICARHS Excelente, RAcal1 con ICARHS Bueno, y RCush1 con ICARHS Bueno, finalmente una gestión Deficiente para los puntos RCota1 con ICARHS Bueno y QChac1 con ICARHS Pésimo.

4.5. Evaluación de la incidencia de los parámetros de materia orgánica y físico-químico metal en la gestión de la calidad del agua, subcuenca del río Cotahuasi, Arequipa, 2021.

En relación al tercer objetivo específico que fue; evaluar si los parámetros de materia orgánica y físico-químico metal inciden en la gestión de la calidad del agua, subcuenca del río Cotahuasi, Arequipa, 2021. Se contrastaron las hipótesis:

H₁: Los parámetros de materia orgánica y físico-químico metal inciden en la gestión de la calidad del agua, subcuenca del río Cotahuasi, Arequipa, 2021.

H₀: Los parámetros de materia orgánica y físico-químico metal no inciden en la gestión de la calidad del agua, subcuenca del río Cotahuasi, Arequipa, 2021.

Los resultados con los cuales se realizó el contraste de hipótesis se muestran en la Tabla 22.

Tabla 22. Subíndices del ICARHS, según la gestión de la calidad del agua, de la subcuenca del río Cotahuasi, Arequipa, 2021.

		Nivel de Gestión			Total	Correlación
		Deficiente	Regular	Eficiente		
Subíndice 1 (Materia Orgánica)	Pésimo	14.3%	0.0%	0.0%	14.3%	Rho de Spearman 0.929**
	Bueno	14.3%	42.9%	0.0%	57.1%	
	Excelente	0.0%	14.3%	14.3%	28.6%	
	Total	28.6%	57.1%	14.3%	100.0%	Sig. Bilateral p = 0.003 (p<0.01)
Subíndice 2 (Físico Químico - Metal)	Pésimo	0.0%	0.0%	0.0%	0.0%	r de Pearson 0.687
	Bueno	14.3%	0.0%	0.0%	14.3%	
	Excelente	14.3%	57.1%	14.3%	85.7%	
	Total	28.6%	57.1%	14.3%	100.0%	Sig. Bilateral p = 0.088 (p>0.05)

Se muestra la prueba de estadística no paramétrica de correlación de Spearman, presentándose una correlación positiva alta entre el subíndice 1 del ICARHS que corresponde a los parámetros de materia orgánica y el nivel de la gestión de la calidad del agua de la subcuenca de Cotahuasi evidenciado por un coeficiente de correlación de Spearman, $r_s = 0.929$, interpretándose que a mejor subíndice 1 del ICARHS se presentará una mejor gestión de la calidad del agua de los puntos de monitoreo evaluados en la subcuenca del río Cotahuasi. El valor de la significancia bilateral $p = 0.003$, indica que existe una relación altamente significativa ($p < 0.01$) entre el subíndice 1 del ICARHS y la gestión de la calidad del agua, por tanto, se rechaza la hipótesis nula y se acepta la hipótesis alterna en la que se indica que los parámetros de materia orgánica inciden en la gestión de la calidad del agua, subcuenca del río Cotahuasi, Arequipa, 2021. Además, se muestra que el mayor porcentaje de 42.9%, de puntos de monitoreo presentaron un subíndice 1 del ICARHS Bueno, presentaron un nivel de Gestión Regular.

También se aprecia la prueba de estadística paramétrica de correlación de Pearson, presentándose una correlación positiva media entre el subíndice 2 del ICARHS que corresponde a los parámetros físico-químico metal y el nivel de la gestión de la calidad del agua de la subcuenca de Cotahuasi evidenciado por un coeficiente de correlación de Pearson, $r = 0.687$, interpretándose que a mejor subíndice 2 del ICARHS se presentará una mejor gestión de la calidad del agua de los puntos de monitoreo evaluados en la subcuenca del río Cotahuasi. El valor de la significancia bilateral $p = 0.088$, indica que no existe una relación significativa ($p < 0.05$) entre el subíndice 2 del ICARHS y la gestión de la calidad del agua, por tanto, se rechaza la hipótesis alterna y se acepta la hipótesis nula en la que se indica que los parámetros físico-químicos metal no inciden en la gestión de la calidad del agua, subcuenca del río Cotahuasi, Arequipa, 2021. Además, se muestra que el mayor porcentaje de 57.1%, de puntos de monitoreo presentaron un subíndice 2 del ICARHS Excelente, presentaron un nivel de Gestión Regular.

En la Figura 33 se muestra los niveles del subíndice 1 y subíndice 2 del ICARHS según punto de muestreo de la subcuenca del río Cotahuasi, lo que permite observar para el subíndice 1 (materia orgánica) que los puntos de muestreo QRedo1 y QRedo2 presentaron un nivel excelente, para los puntos de muestreo

RAcal1, RCush1, RCota1 y RCota3 presentaron un nivel Bueno, mientras que en el punto QChac1 se presentó un nivel Pésimo. Para el caso del subíndice 2 (parámetros físico -químico metal) que los puntos de muestreo QRedo1, QRedo2, RAcal1, RCush1, RCota1 y RCota3 presentaron un nivel Excelente, mientras que en el punto QChac1 se presentó un nivel Bueno.

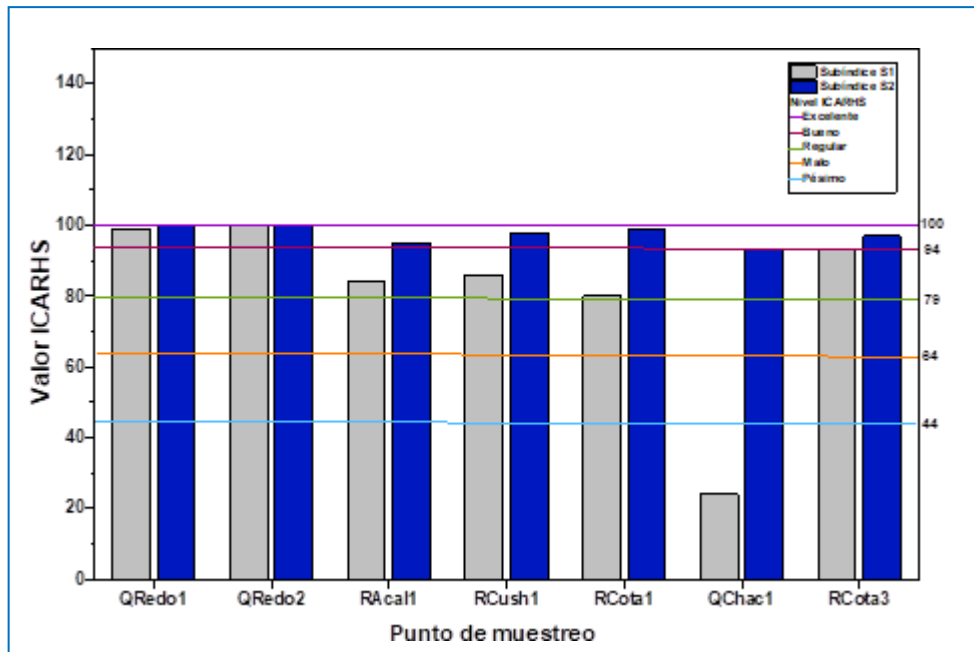


Figura 35. Niveles de los subíndices 1 y 2 del ICARHS según punto de muestreo de la subcuenca del río Cotahuasi.

V. DISCUSIÓN

La investigación desarrollada efectuó el cálculo del Índice de Calidad Ambiental de los Recursos Hídricos Superficiales – ICARHS para once (11) parámetros en siete (07) puntos de monitoreo ubicados en los principales cuerpos de agua de la Subcuenca Cotahuasi, los mismos que según la “Clasificación de los Cuerpos de Agua Continentales Superficiales” aprobada mediante Resolución Jefatural N° 056-2018-ANA, se encuentran bajo Categoría 4: Conservación del ambiente acuático, Subcategoría E2: Ríos de la Costa y Sierra; mientras que en el estudio desarrollado Vargas (2021) aplicó el método descrito en seis (06) puntos del río San Gaban curso de agua bajo Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales, evaluando para ello catorce (14) parámetros.

La metodología empleada para la determinación del Índice de Calidad Ambiental de los Recursos Hídricos Superficiales – ICARHS considero el cálculo del subíndices, siendo el S1 encargado de la evaluación de parámetros orgánicos tales como: Oxígeno Disuelto (mg/l), Demanda Bioquímica de Oxígeno (mg/l), Nitratos (mg/l) Fósforo Total (mg/l) Coliformes Termotolerantes (NMP/100ml), en donde los resultados obtenidos variaron de Excelente a pésimo según la ubicación de los puntos evaluados, sin embargo denota que la mayor degradación de las condiciones óptimas del agua por las altas concentraciones de DBO₅, Oxígeno Disuelto, Fosforo y Coliformes Termotolerantes ocurre en el punto QChac1, ubicado en la Quebrada Chacaylla que según evaluación de la data remitida por la Autoridad Nacional el Agua corresponde a un curso de agua impactado por el vertimiento de agua residual domestica sin tratamiento procedente del centro poblado de Cotahuasi; hecho que Gutiérrez (2018) en su investigación sobre la calidad de agua del río Coata en la desembocadura del río Morococha utilizando el Índice de Calidad de Agua del Consejo Canadiense CCME–WQI y el ICA–PE corrobora que, el vertimiento de agua residual domestica sobre los cuerpos de agua superficial incide directamente en el deterioro de su calidad.

Respecto al subíndice S2, al igual que Flores (2021) en su investigación sobre la determinación del ICARHS en la Unidad Hidrográfica Bajo Marañón que obtuvo para el citado subíndice categorías entre Bueno y Excelente en siete (07) puntos

de muestreo, para ello evaluó parámetros físico – químicos e inorgánicos tales como: Potencial de Hidrógeno (pH), Sólidos Suspendidos Totales (mg/l), Arsénico (mg/l), Cobre (mg/l), Mercurio (mg/l), Plomo (mg/l) y Zinc (mg/l), estas categorizaciones también presentes en los puntos de monitoreo evaluados en la subcuenca Cotahuasi muestran que las concentraciones de los citados parámetros arrojan una calidad de agua en su mayoría Excelente, así mismo se evidencia que la intrusión ocasional de elementos tales como el Fosforo, Plomo y Zinc obedecería a las condiciones hidrogeológicas de la zona, irregularidad que es variable respecto a la temporalidad y ubicación de los puntos evaluados.

La determinación del nivel de Gestión de la Calidad del Agua respecto a los puntos de monitoreo mostro valores entre eficientes y regulares a excepción de los puntos RCota1 y QChac1 que mostraron niveles de gestión deficientes, dicho aspecto atribuible a su cercanía al centro poblado de Cotahuasi, en donde las presiones antropogénicas tales como el los centro urbanos en crecimiento y el vertimiento de agua residual de origen municipal sin tratamiento sobre los principales cuerpos de agua del sector, afectaron la percepción de los individuos encuestados, dicho aspecto fue corroborado por Fernández y Guardado (2022) en su investigación del índice de calidad (ICAsup) en el rio Cabaña – Cuba en donde identifica a la citadas fuente de contaminación como como responsables de la degradación de la calidad del agua, perceptible por la población local.

Determinar si el índice de calidad ambiental de los recursos hídricos superficiales mejora en la gestión de la calidad de agua, tuvo como resultado que los ICARHS calificados como Excelentes en los puntos QRedo1 y QRedo2 incidieron en los niveles de gestión calificados como Eficiente y Regular respectivamente, así mismo los puntos QAcal1 y RCUSH con un ICARHS de Bueno tuvieron incidencia en el nivel de gestión calificado como Regular para ambos casos, así mismo el punto RCota3 calificado con un ICARHS Bueno tuvo un nivel de incidencia en el nivel de gestión Regular, sin embargo los puntos de monitoreo RCota1 y QChac1 con un ICARHS de Bueno y Pésimo tuvieron una incidencia en el nivel de gestión calificado como Deficiente, cabe mencionar que para este último caso ambos puntos se encuentran ubicados en la parte media de la Unidad Hidrográfica, en proximidades de los centros poblados de Alca y Cotahuasi, que albergan las mayores poblaciones

de la Subcuenca del río Cotahuasi y que se encuentran sometidos a crecientes presiones antropogénicas, un hecho que Quiroz, Izquierdo y Menéndez (2017) corroboran en su trabajo de Aplicación del índice de calidad de agua en el río Portoviejo, Ecuador, en donde evidencian que a medida que el río Portoviejo continúa con su desarrollo la calidad del agua va disminuyendo debido a los vertimientos que existen a lo largo de su trayectoria, dichas fuentes de contaminación reflejan una baja protección de los recursos hídricos y en consecuencia una deficiente gestión de la calidad del agua,

La incidencia de la calidad del agua en la gestión de la calidad del agua en la subcuenca del río Cotahuasi, tuvo una correlación positiva alta con valor de $Rho=0.929$ que se interpreta en que un mejor Índice de Calidad Ambiental de los Recursos Hídricos – ICARS presentara una mejor gestión de la calidad del agua, con una relación altamente significativa $p=0.003$ entre ambas variables, por lo que se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alterna en la que se infiere que la calidad ambiental incide en la gestión de la calidad del agua, subcuenca del río Cotahuasi, Arequipa, 2021, este hecho concuerda con la investigación desarrollada por García Gonzales et. al. (2021) referente a Determinación del índice de calidad del agua en ríos de Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador, en donde a través de la aplicación de diferentes metodologías con un R^2 entre 0.61 y 0.74, que concluye en que los niveles para el ICA NSF se encuentran relacionados con el porcentaje de incumplimientos en la normativa, aspecto vinculado a la gestión de la calidad del agua.

La incidencia del monitoreo en los puntos de muestreo sobre la gestión de la calidad del agua en la subcuenca del río Cotahuasi, evaluada muestra que la gestión de la calidad del agua calificada como Eficiente presenta una correspondencia significativa con el punto QRedo1 ubicado en las nacientes de los principales cuerpos de agua de la unidad hidrográfica, sin embargo debido a la intrusión de elementos orgánicos en los puntos QRedo2, RAcal1, RCush1 y RCota3 presentan una correspondencia con una gestión Regular, y una gestión Deficiente para los puntos RCota1 y QChac1, según se observa en la Tabla 20 la incidencia de elementos físico químicos y metales no ha incidido en el valor ICARHS final, sin embargo parámetros orgánicos como Coliformes Termotolerantes y Fosforo,

aportados por el vertimiento de agua residual sin tratamiento y los procesos de eutrofización, relacionan la ubicación y los monitoreos en los puntos RCota1 y QChac1 con la identificación de hechos que repercuten en su deficiente gestión de la calidad de agua.

Evaluación de la incidencia de los parámetros de materia orgánica y físico-químico metal en la gestión de la calidad del agua, subcuenca del río Cotahuasi, determino que existe una correlación positiva alta de $Rho=0.929$ entre el subíndice S1 que agrupa parámetros orgánicos evaluados por el ICARHS y la gestión de la calidad del agua, que se interpreta en que un Subíndice S1 presentara una mejor gestión de la calidad del agua, con una relación altamente significativa $p=0.003$ entre ambas variables, por lo que se rechazó la hipótesis nula y se aceptó la hipótesis alterna en la que se infiere que los parámetros de materia orgánica inciden en la gestión de la calidad del agua, subcuenca del río Cotahuasi, Arequipa, 2021, este hecho que se confirma con la investigación efectuada por Vargas (2021) en su Determinación del Índice Implicado de Calidad del Agua en el Río Chili, que indica que para los puntos de muestreo RIO 02, RIO 03 y RIO 04 superan el estándar de calidad ambiental para todos los parámetros microbiológicos, lo que incidió en su calificación como agua de Calidad Muy Mala.

VI. CONCLUSIONES

- 6.1. Para el objetivo general de la investigación se determinó que la calidad de los recursos hídricos superficiales mejora significativamente la gestión de la calidad de agua en la subcuenca del río Cotahuasi, que se expresa en valores correlacionales entre Índices de Calidad Ambiental de los Recursos Hídricos Superficiales – ICARHS calificados como Excelentes y una gestión de la calidad del agua Eficiente, Buenos con una gestión de calidad Regular y Pésimo con una calidad de gestión Deficiente.
- 6.2. Con respecto al Objetivo Especifico 1, se determinó que la identificación del estado de la calidad de agua incide en la gestión de la calidad de agua en la subcuenca del río Cotahuasi, debido a que al tener una correlación alta un mejor Índice de Calidad Ambiental de los Recursos Hídricos – ICARS presentara una mejor gestión de la calidad del agua, hecho que se comprueba en los valores del punto QRedo1 ubicado en la naciente de los principales cuerpos de agua con un estado de calidad Excelente con una gestión Eficiente, respecto al punto QChac1 con un estado de calidad Pésimo con un estado de Calidad Deficiente.
- 6.3. Para el Objetivo Especifico 2, se determinó que el monitoreo en los puntos de muestreo incide en la gestión de la gestión de la calidad de agua en la subcuenca del río Cotahuasi, debido que los resultados mostraron en su mayoría una alta correspondencia entre un estado de calidad de agua Excelente con una gestión Eficiente, un estado de calidad Bueno con una gestión Regular y un estado de calidad Pésimo con una gestión Deficiente.
- 6.4. En relación al Especifico 3, se determinó que solo los parámetros de materia orgánica inciden en la gestión de la calidad de agua en la subcuenca del río Cotahuasi, hecho que se refleja en todos los puntos de monitoreo a excepción del punto QRedo 1, ellos debido a la intrusión de elementos como el fosforo que degradan en forma natural el estado de la calidad de los recursos hídricos; o los coliformes termotolerantes asociado a procesos de eutrofización de al disminuir la categorización ICARHS repercuten en el nivel de gestión de la calidad.

VII. RECOMENDACIONES

- 7.1. En futuras investigaciones efectuar el cálculo del ICARHS considerando la temporalidad de los monitoreos de calidad de agua superficial a fin de obtener subíndices S1 y S2 para temporada de avenidas y de estiaje en forma independiente.
- 7.2. Considerar la reestructuración la red de monitoreo establecida en la subcuenca del río Cotahuasi, a fin de evaluar cuerpos de agua que a la fecha no son evaluados, pero vienen sufriendo afectaciones producto de actividades antropogénicas en su cercanía.
- 7.3. Recomendar la evaluación Fe, Al y N dentro de los parámetros evaluados en la metodología ICARHS para la categoría 4, a fin de evaluar la influencia de las condiciones hidrogeológicas de las zonas bajo evaluación en el comportamiento de los cuerpos de agua de la Subcuenca del río Cotahuasi.
- 7.4. Difundir la presente investigación a fin de ser considerada como punto de inicio en la mejora de la gestión de la calidad de agua superficial en al subcuenca del río Cotahuasi, susceptible a mejoras y a ser complementada por los principales actores de su ámbito territorial.

BIBLIOGRAFIA

2008–2017 Bogota River Water Quality Assessment Based on the Water Quality Index por Daissy Diaz Casallas [et al]. *Sustainability*, 11 (6): 1-17, 2019.

ALARCON Corro, Jorge. Aplicación de Métodos de Índices de Calidad de Agua (ICA) en el rio Rímac. Tesis (Grado en Ingeniería). Lima: Universidad Mayor de San Marcos, Facultad de Ingeniería Geológica, Minera, Metalúrgica y geográfica, 2019.163 pp.

ALARCON, Benazir y ÑIQUE, Manuel. Índice de Calidad de agua según NSF del humedal lagunas Los Milagros (Tingo María, Perú). *Revista Indes*, 2 (2): 98-107, 2014.

APLICACIÓN del índice de calidad de agua (WQI-NSF) en las lagunas metropolitanas y rurales por M.A. Salcedo [et al]. *Agroproductividad*, 11 (7): 81-86, 2018.

BAENA, Guillermina. Metodología de la investigación, serie integral por competencias [en línea]. 3ra. ed. México, 2017 [fecha de consulta: 18 de febrero de 2022].

Disponible en: <https://editorialpatria.com.mx/pdf/files/9786074384093.pdf>

ISBN ebook: 978-607-744-748-1

BALMASEDA, Carlos y GARCIA, Yoandris. Índice canadiense de la calidad de las aguas para la cuenca del rio Naranjo, provincia Las Tunas, Cuba. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 23 (3): 11-16, 2014.

ISSN 1010-2760.

BANDA, Talent, KUMARASAMY, Muthukrishna. Development os Water Quality Indices (WQIs): A Review. *Pol. J. Environ. Stud.* 29 (3): 2011-2021, 2019.

BURSTEIN, Tania. Reflexiones sobre la gestión de los recursos hídricos y la salud pública en el Perú. *Rev. Perú Med Exp Salud Publica*, 35 (2): 297-303, 2018.

CABERO, Julio y LLORENTE, María del Carmen. La aplicación del juicio de experto como técnica de evaluación de las tecnologías de la información y comunicación (TIC). *Revista de Tecnología de Información y Comunicación en Educación*, 7 (2): 11-22, 2013.

CANADIAN Council of Ministers of the Environment. 2017. Canadian water quality guidelines for the protection of aquatic life: CCME Water Quality Index, User's Manual – 2017 Update. In: Canadian environmental quality guidelines, 1999, Canadian Council of Ministers of the Environment, Winnipeg.

CORRELATION of various water quality parameters and water quality index of districts of Uttarakhand por Vinod Kothari [et al]. *Environmental and Sustainability Indicators*, (9): 1-8, 2021.

ISSN 2665-9727

DECRETO Supremo N° 010-2016-ANA: Aprueban el Protocolo Nacional para el Monitoreo de la calidad de los Recursos Hídricos Superficiales. Diario Oficial El Peruano, Lima, 13 de enero del 2016.

DECRETO Supremo N° 056-2018-ANA: Aprueban la Clasificación de los Cuerpos de Agua Continentales Superficiales. Diario Oficial El Peruano, Lima, 21 de febrero del 2018.

DECRETO Supremo N° 084-2020-ANA: Aprueban la metodología: “Índice de Calidad Ambiental de los Recursos Hídricos Superficiales (ICARHS)”. Diario Oficial El Peruano, Lima, 13 de mayo del 2020.

DECRETO Supremo N° 004-2017-MINAM: Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. Diario Oficial El Peruano, Lima, 07 de junio del 2017.

DETERMINACIÓN del índice de calidad del agua en ríos de Santo Domingo de los Tsáchilas, Ecuador por J. Gracia Gonzales [et al]. *Ingeniería del Agua*, 25 (2): 115-126, 2021.

DEVELOPMENT of a specific water quality index for the protection of aquatic life of a highly polluted urban river por Luis Casillas Garcia [et al]. *Ecological Indicators*, (129): 1-14, 2021.

ISSN 1470-160X.

EFFECTOS de la contaminación hídricos sobre la salud pública de la población de la cuenca Coata, de la región Puno – 2019. *Journal of the Academy*, (3): 1-16, 2020. ISSN 2707-0301.

ESPINOZA Hernández, Paola. Determinación del Índice de Calidad Ambiental de las aguas destinadas para consumo humano en el sector de Chanchajalla, Distrito La Tinguiña, Ica – 2019. Tesis (Grado en Ingeniería). Cajamarca: Universidad privada del Norte, Facultad de Ingeniería, 2019. 14pp.

EVALUACIÓN de la calidad del agua de la laguna Marvilla en los Pantanos de Villa (Lima, Perú) por Shanny Huaman-Vilca [et al]. *South Sustainability*, 1 (2): 1-19, 2021.

FERNANDEZ, Moraima y GUARDADO Rafael. Evaluación del Índice de Calidad del Agua (ICAsup) en el rio Cabaña, Moa-Cuba. *Minería y Geología*, 37 (1): 105-109, 2021.

ISSN 1993-8012.

FLORES Ruiz, Steven; VELA Panduro, Noluz. Índice de la Calidad Ambiental de los Recursos Hídricos Superficiales (ICARHS) de la Unidad Hidrográfica Bajo Maraón, Periodo 2014-2020. Tesis (Grado en Ingeniería). Loreto: Universidad Científica del Perú, Facultad de Ciencias e Ingeniería, 2021. 43 pp.

FRANCO Franco, Carmen. Geoparque: Identificación de Geositos y Planta Turística para el desarrollo del turismo en la Reserva Paisajista de la Subcuenca de Cotahuasi, Arequipa, 217. Tesis (Doctorado en Turismo). Lima: Universidad San Martin de Porres, Facultad de Ciencias de la Comunicación Turismo y Psicología, 2018. 179 pp.

FUENTES de contaminación estacionales en la cuenca del río Uctubamba, Región Amazonas, Perú por Oscar Gamarra Torres [et. al]. *Arnaldoa*, 25 (1): 179-194, 2018.

ISSN 2413-3299.

GARCIA Acosta, Flor. Calidad y Uso del Agua de la Subcuenca del San Lucas (Cajamarca) en Función del Índice de Brown. Tesis (Doctorado en Ciencias). Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca, Escuela de Postgrado, 2014. 154 pp.

GARCIA FLORES de Nieto, Basilia. Contaminación del Agua por Metales Pesados As, B, Cu, Pb, Cd y CN- en las Cuencas de los Ríos Tambo, Quilca, Camaná y Ocoña de la Región Arequipa. Tesis (Doctorado en Ciencias y tecnologías Medioambientales). Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín, 2019. 195pp.

GIL-MARIN, José, VIZCAINO Celeidys y MONTAÑO-MATA Nelson. Evaluación de la calidad del agua superficial utilizando el índice de calidad del agua (ICA). Caso de estudio: Cuenca del Río Guarapiche, Monagas, Venezuela. *Anales Científicos*, 79 (1): 111-119, 2018.

ISSN 2519-7398.

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación (VI). 6ta. ed. México DF: McGraw-Hill / Interamericana Editores, S.A., 2014. 634 pp.

ISBN: 978-1-4562-2396-0

HERNANDEZ, Héctor y PASCUAL, Alina. Validación de un instrumento de investigación para el diseño de una metodología de autoevaluación del sistema de gestión ambiental. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 9 (1): 157-164, 2017.

INDICE de calidad de agua en la microcuenca altoandina del río Chumbao, Andahuaylas, Apurímac, Perú por David Choque Quispe [et al]. *Tecnología y ciencias del agua*, 12 (3): 37-73, 2021.

ISSN 2007-2422.

JIMENEZ Cotrina, Jhon; LLICO Portal, Merly. Evaluación de la Calidad de Agua en el Rio Muyoc, Aplicando el Índice de Calidad Ambiental para Agua, Cajamarca 2019. Tesis (Grado en Ingeniería). Cajamarca: Universidad Privada del Norte, Facultad de Ingeniería, 2020. 127pp.

CORRELATION of various water quality parameters and water quality index of districts of Uttarakhand, por Vinod Khotari [et al]. *Environmental and Sustainability Indicators*, 9 (2021): 1-8, 2020.

ISSN: 2665-9727

LAURA Ortiz, Joel. Gestión de la Calidad del Agua del Rio Chili mediante el empleo de Índices Físico Químicos de la Calidad Ambiental, Arequipa. Tesis (Magister en Ciencias). Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín, Facultad de Ingeniería de Producción y Servicios, 2019. 168pp.

LUNA Corimanya, Katherine. Determinación del Índice de Calidad de Agua del Rio Asana de la Cuenca Asana – Osmore – Ilo, del Distrito de Torata, Provincia de Mariscal Nieto, Región Moquegua. Tesis (Grado en Ingeniería). Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín, Facultad de Ingeniería de Procesos, 2019. 115pp.

LLOVERA Carahuatay, Luis. Determinación del Índice de Calidad Ambiental del agua del manantial El Azufre y Quebrada El Azufre, en el caserío El Pabellón, La Encañada, Cajamarca, 2016-2018. Tesis (Grado de Ingeniería). Cajamarca: Universidad privada del Norte, Facultad de Ingeniería, 2019. 190 pp.

MANEJO y gestión de cuencas hidrográficas por Absalón Vásquez V. [et al]. Lima: Ad Printing S.A.C., 2016. 709 pp.

ISBN: N° 978-612-4147-55-5

METODOLOGIA de la investigación: Conceptos, herramientas y ejercicios prácticos en las ciencias administrativas y contables por Deivi Fuentes Doria [et al]. Medellín: Editorial Universidad Pontificia Bolivariana, 2020. 115pp.

ISBN: 978-958-764-879-9

METODOLOGÍA de la investigación Cuantitativa – Cualitativa y Redacción de la Tesis por Humberto Ñaupas [et al]. Bogotá: Ediciones de la U, 2014. 537 pp. ISBN 978-958-762-188-4.

MOHAMAD Adam, EVI Diana, NUR Akmal. A review on sample size determination for Cronbach's alpha test: a simple guide for researchers. *Malays J Med Sci.*, 25 (6):85-99, 2018.

OTZEN, Tamara, MANTERORLA, Carlos. Técnicas de Muestreo sobre una Población de Estudio. *Int. J. Morphol.*, 35 (1): 227-232, 2017.

PARI Mamani, Veronika. Evaluación de la Calidad de Agua del Rio Coata en la Desembocadura del Rio Torococha Utilizando el Índice de Calidad de Agua del Consejo Canadiense CMEE-WQI y el ICA-PE, Puno-2018. Tesis (Grado en Ingeniería). Puno: Universidad Peruana Unión, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, 2018. 95pp.

PEÑA, Humberto. Desafíos de la seguridad hídrica en América Latina y el Caribe. *Recursos Naturales e Infraestructura*, (1): 1-57, 2016. ISSN 1680-9017

PRIORIZACION de Cuencas para la Gestión de los Recurso Hídricos. (Agosto 2016). Autoridad Nacional del Agua. Disponible en <https://hdl.handle.net/20.500.12543/205>

QUIROZ , Luis, IZQUIERDO, Elena y MENÉNDEZ Carlos. Aplicación del índice de calidad de agua en el rio Portoviejo, Ecuador. *Ingeniería Hidráulica y Ambiental*, 38 (3): 41-51, 2017. ISSN 1815-591X.

SANCHEZ, Hugo, Reyes, Carlos y MEJÍA Katia. Manual de términos de la investigación científica, tecnológica y humanística (I) 1ra. ed. Lima: Bussiness Support Aneth S.R.L, 2018. 146 pp. ISBN N° 978-612-47351-4-1

SANCHEZ Sánchez, Miguel. Descontaminación de Río Rímac. Tesis (Magister en Gestión). Lima: Universidad Nacional Federico Villareal, Escuela de Postgrado, 2019. 54 pp.

SANTANA Montesdeoca, Aaron. Elaboración de Modelos Hidrológicos y de Gestión en la Cuenca del Río Ocoña en Perú y Análisis de Resultados. Tesis (Magister en Ingeniería). Valencia: Universidad Politécnica de Valencia, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos, 2018. 119pp.

SANTOS Sánchez, Guadalupe. Validez y confiabilidad del cuestionario de calidad de vida SF-36 en mujeres con

VARGAS Mendoza, Brígida. Análisis Espacio – Temporal del Índice de Calidad Ambiental de los Recursos Hídricos Superficiales (ICARHS) en puntos de control del Río San Gaban – Carabaya – Puno, 2021. Tesis (Grado en Ingeniería). Lima: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, 2021. 91pp.

VARGAS Maquera, Melina. Determinación de Índice Simplificado de Calidad de Agua en el Río Chili, Arequipa 2021. Tesis (Grado en Ingeniería). Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín, Facultad de Ciencias Biológicas, 2021. 49 pp.

VARIABLES más influyentes de la calidad del agua del río Bogotá mediante el análisis de datos por Evelin Pedraza [et al]. Revista Logos Ciencia & Tecnología, 7 (2): 32-39, 2016.

ISSN 2145-549X.

VELARDE Frías, Ángel. Determinación del Índice de Calidad de Agua de la Cuenca Quilca – Chili en el Periodo 2011 al 2017 Empleando al Metodología CCME WQI. Tesis (Magister en Medio Ambiente). Arequipa: Universidad Nacional de San Agustín, Facultad de Ingeniería de Producción y Servicios, 2019. 193 pp.

VILLENA, Jorge. Calidad del Agua y Desarrollo Sostenible. *Rev. Perú Med Exp Salud Publica*, 35 (2): 304-308, 2018.

VILLAVICENCIO Garay, Christopher. Evaluación de la Contaminación del Río CcohoHuayco Mediante la Valoración del Índice de Calidad del Agua para el Riego de Vegetales en los Sectores de Trancapata Alta Bacas, Curahuasi, Abancay - Apurímac, 2019. Tesis (Grado en Ingeniería). Lima: Universidad Cesar Vallejo, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, 2021. 161 pp.

Anexo II. Estándares de Calidad Ambiental para Agua Categoría 4

Parámetros	Unidad de medida	E1: Lagunas y lagos	E2: Ríos		E3: Ecosistemas costeros y marinos	
			Costa y sierra	Selva	Estuarios	Marinos
FÍSICOS- QUÍMICOS						
Aceites y Grasas (MEH)	mg/L	5,0	5,0	5,0	5,0	5,0
Cianuro Libre	mg/L	0,0052	0,0052	0,0052	0,001	0,001
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	20 (a)	20 (a)	20 (a)	**	**
Clorofila A	mg/L	0,008	**	**	**	**
Conductividad	(µS/cm)	1 000	1 000	1 000	**	**
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO)	mg/L	5	10	10	15	10
Fenoles	mg/L	2,56	2,56	2,56	5,8	5,8
Fósforo total	mg/L	0,035	0,05	0,05	0,124	0,062
Nitratos (NO ₃ -) (c)	mg/L	13	13	13	200	200
Amoniaco Total (NH ₃)	mg/L	(1)	(1)	(1)	(2)	(2)
Nitrógeno Total	mg/L	0,315	**	**	**	**
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	> 5	> 5	> 5	> 4	> 4
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,5 a 9,0	6,8 - 8,5	6,8 - 8,5
Sólidos Suspendedos Totales	mg/L	< 25	< 100	< 400	< 100	< 30
Sulfuros	mg/L	0,002	0,002	0,002	0,002	0,002
Temperatura	°C	ñ 3	ñ 3	ñ 3	ñ 2	ñ 2
INORGÁNICOS						
Antimonio	mg/L	0,64	0,64	0,64	**	**
Arsénico	mg/L	0,15	0,15	0,15	0,036	0,036
Bario	mg/L	0,7	0,7	1	1	**
Cadmio Disuelto	mg/L	0,00025	0,00025	0,00025	0,0088	0,0088
Cobre	mg/L	0,1	0,1	0,1	0,05	0,05
Cromo VI	mg/L	0,011	0,011	0,011	0,05	0,05
Mercurio	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Níquel	mg/L	0,052	0,052	0,052	0,0082	0,0082
Plomo	mg/L	0,0025	0,0025	0,0025	0,0081	0,0081
Selenio	mg/L	0,005	0,005	0,005	0,071	0,071
Talio	mg/L	0,0008	0,0008	0,0008	**	**
Zinc	mg/L	0,12	0,12	0,12	0,081	0,081
ORGÁNICOS						
Compuestos Orgánicos Volátiles						
Hidrocarburos Totales de Petróleo	mg/L	0,5	0,5	0,5	0,5	0,5
Hexaclorobutadieno	mg/L	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006	0,0006
BTEX						
Benceno	mg/L	0,05	0,05	0,05	0,05	0,05
Hidrocarburos Aromáticos						
Benzo(a)Pireno	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Ántraceno	mg/L	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004	0,0004
Fluoranteno	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Bifenilos Policlorados						
Bifenilos Policlorados (PCB)	mg/L	0,000014	0,000014	0,000014	0,000014	0,000014
PLAGUICIDAS						
Organofosforados						
Malatión	mg/L	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001	0,0001
Paratión	mg/L	0,000013	0,000013	0,000013	**	**
Organoclorados						
Aldrín	mg/L	0,000004	0,000004	0,000004	**	**
Clordano	mg/L	0,0000043	0,0000043	0,0000043	0,000004	0,000004
DDT (Suma de 4,4'-DDD y 4,4'-DDE)	mg/L	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001	0,000001
Dieldrín	mg/L	0,000056	0,000056	0,000056	0,0000019	0,0000019
Endosulfán	mg/L	0,000056	0,000056	0,000056	0,0000087	0,0000087
Endrín	mg/L	0,000036	0,000036	0,000036	0,0000023	0,0000023
Heptacloro	mg/L	0,000038	0,000038	0,000038	0,0000036	0,0000036
Heptacloro Epóxido	mg/L	0,000038	0,000038	0,000038	0,0000036	0,0000036
Lindano	mg/L	0,00095	0,00095	0,00095	**	**
Pentaclorofenol (PCP)	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,001	0,001
Carbamato						
Aldicarb	mg/L	0,001	0,001	0,001	0,00015	0,00015
MICROBIOLÓGICO						
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1 000	2 000	2 000	1 000	2 000

Fuente: D.S. N° 004-2017-MINAM

Anexo III. Solicitud de validación de instrumento de investigación



San Juan de Lurigancho, 11 de febrero del 2022

Srta.

MSc. ELIANA FANI COLQUE PHOCO

Presente.-

Asunto: "Validación de instrumento a través de Juicio de expertos"

Me es grato comunicarme con usted para expresarle mis saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo participante del Taller de Elaboración de Tesis de la Universidad Cesar Vallejo, en la sede de Lima Este, y siendo requisito la validación de los instrumentos con las cuales recogeré la información necesaria para poder desarrollar mi investigación, gracias a la cual optaré el grado académico de Ingeniero Ambiental.

El título de mi proyecto de investigación es "Índice de Calidad Ambiental de Recursos Hídricos Superficiales para la Gestión de Calidad del Agua, Subcuenca del Río Cotahuasi, Arequipa, 2021", y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, he considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas ambientales y/o investigación ambiental.

El expediente de validación, adjunto al presente, contiene:

- Matriz de Operacionalización de variables.
- Matriz de cálculo del Índice de Calidad Ambiental de los Recursos Hídricos Superficiales – ICARHS.
- Cuestionario – Estado de la gestión de la calidad del agua
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole mi sentimiento de respeto y consideración me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.



Alberto Giancarlo Fuentes Torres

DNI: 42629874

San Juan de Lurigancho, 11 de febrero del 2022

Srta.

MSc. FREDDY ALVARO DELGADO MANRIQUE

Presente.-

Asunto: "Validación de instrumento a través de Juicio de expertos"

Me es grato comunicarme con usted para expresarle mis saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo participante del Taller de Elaboración de Tesis de la Universidad Cesar Vallejo, en la sede de Lima Este, y siendo requisito la validación de los instrumentos con las cuales recogeré la información necesaria para poder desarrollar mi investigación, gracias a la cual optaré el grado académico de Ingeniero Ambiental.

El título de mi proyecto de investigación es "Índice de Calidad Ambiental de Recursos Hídricos Superficiales para la Gestión de Calidad del Agua, Subcuenca del Río Cotahuasi, Arequipa, 2021", y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, he considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas ambientales y/o investigación ambiental.

El expediente de validación, adjunto al presente, contiene:

- Matriz de Operacionalización de variables.
- Matriz de cálculo del Índice de Calidad Ambiental de los Recursos Hídricos Superficiales – ICARHS.
- Cuestionario – Estado de la gestión de la calidad del agua
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole mi sentimiento de respeto y consideración me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.



Alberto Giancarlo Fuentes Torres

DNI: 42629874

San Juan de Lurigancho, 11 de febrero del 2022

Srta.

MSc. MILTON CÉSAR TÚLLUME CHAVESTA

Presente.-

Asunto: "Validación de instrumento a través de Juicio de expertos"

Me es grato comunicarme con usted para expresarle mis saludos y así mismo, hacer de su conocimiento que, siendo participante del Taller de Elaboración de Tesis de la Universidad Cesar Vallejo, en la sede de Lima Este, y siendo requisito la validación de los instrumentos con las cuales recogeré la información necesaria para poder desarrollar mi investigación, gracias a la cual optaré el grado académico de Ingeniero Ambiental.

El título de mi proyecto de investigación es "Índice de Calidad Ambiental de Recursos Hídricos Superficiales para la Gestión de Calidad del Agua, Subcuenca del Río Cotahuasi, Arequipa, 2021", y siendo imprescindible contar con la aprobación de docentes especializados para poder aplicar los instrumentos en mención, he considerado conveniente recurrir a usted, ante su connotada experiencia en temas ambientales y/o investigación ambiental.

El expediente de validación, adjunto al presente, contiene:

- Matriz de Operacionalización de variables.
- Matriz de cálculo del Índice de Calidad Ambiental de los Recursos Hídricos Superficiales – ICARHS.
- Cuestionario – Estado de la gestión de la calidad del agua
- Certificado de validez de contenido de los instrumentos.

Expresándole mi sentimiento de respeto y consideración me despido de usted, no sin antes agradecerle por la atención que dispense a la presente.

Atentamente.



Alberto Giancarlo Fuentes Torres

DNI: 42629874

Anexo IV. Matriz de Operacionalización de Variables

"Índice de Calidad Ambiental de Recursos Hídricos Superficiales para la Gestión de Calidad del Agua, Subcuenca Cotahuasi, Arequipa, 2021"										
PROBLEMA		OBJETIVOS		VARIABLES	DEFINICIÓN	DIMENSION	INDICADORES	ESCALA	UNIDAD	ESCALA
General	Específico	General	Específico							
¿Cómo el índice de calidad ambiental en recursos hídricos superficiales incide en la gestión de la calidad de agua, subcuenca del río Cotahuasi, Arequipa, 2021?	¿Cuál es el estado de calidad de agua que incide en la gestión de la calidad de los recursos hídricos en la subcuenca del río Cotahuasi, Arequipa, 2021?	Determinar si el índice de calidad ambiental en recursos hídricos superficiales mejora en la gestión de la calidad de agua, subcuenca del río Cotahuasi, 2021.	Identificar si el estado de calidad de agua incide en la gestión de la calidad de agua, subcuenca del río Cotahuasi, Arequipa, 2021.	Variable Independiente (X)	El ICARHS se define como una herramienta matemática que integra una cantidad de parámetros, cuyo análisis permite transformar estos datos en un valor que califica el estado de la calidad de los recursos hídricos en un (1) punto de muestreo.	Estado de calidad de agua	Calificación ICARHS	Ordinal	Excelente Buena Regular Mala Muy Mala	Metodología para la Determinación del Índice de Calidad Ambiental de los Recursos Hídricos Superficiales (ICARHS) aprobado mediante R.J. N° 084-2020-ANA.
	¿De qué manera el monitoreo en puntos de muestreo incide en la gestión de la calidad de agua, subcuenca del río Cotahuasi, Arequipa, 2021?		Análisis si el monitoreo en puntos de muestreo incide en la gestión de la calidad de agua, subcuenca del río Cotahuasi, Arequipa, 2021.			Monitoreo en puntos de muestreo	Numero de monitoreos de calidad de agua superficial efectuados por la ANA en la subcuenca del río Cotahuasi entre el periodo 2012-2021	Ordinal	Monitoreos	
	¿En qué medida los parámetros de materia orgánica y físico-químico metal inciden en la gestión de la calidad de agua, subcuenca del río Cotahuasi, Arequipa, 2021?		Evaluar si los parámetros de materia orgánica y físico-químico metal inciden en la gestión de la calidad de agua, subcuenca del río Cotahuasi, 2021.			Materia Orgánica Físico – Químico (Metal)	Demanda Bioquímica de oxígeno (DBO5) Demanda Química de oxígeno (DQO) Oxígeno Disuelto (valor mínimo) Coliformes Termotolerantes Fosforo Total Amoníaco – N Nitratos (NO ³) Hidrocarburos Totales de Petróleo (TPH) Potencial de hidrogeno (pH) Arsénico (As) Aluminio (Al) Manganeso (Mn) Hierro (Fe) Cadmio (Cd) Plomo (Pb) Boro (B) Cobre (Cu) Mercurio (Hg) Zinc (Zn) Sólidos suspendidos totales	Razón	mg/L mg/L mg/L mg/L mg/L mg/L mg/L mg/L mg/L mg/L mg/L mg/L mg/L mg/L mg/L mg/L	
	¿De qué manera el monitoreo en puntos de muestreo incide en la gestión de la calidad de agua, subcuenca del río Cotahuasi, Arequipa, 2021?		Análisis si el monitoreo en puntos de muestreo incide en la gestión de la calidad de agua, subcuenca del río Cotahuasi, Arequipa, 2021.	Variable Dependiente (Y)	La gestión de la calidad de los recursos hídricos se realiza en concordancia con el Sistema Nacional de Gestión de los Recursos Hídricos (SNGRH), es el conjunto de instituciones, principios, normas, procedimientos, técnicas, e instrumentos mediante los cuales el estado desarrolla y asegura la gestión integrada, participativa y multisectorial, el aprovechamiento sostenible, la conservación, la preservación de la calidad y el incremento de los recursos hídricos.	Vigilancia y Control	- Monitoreos de calidad de agua superficial - Identificación de fuentes contaminantes - Atención de denuncias	Razón	Documento	Registro de Datos
	¿En qué medida los parámetros de materia orgánica y físico-químico metal inciden en la gestión de la calidad de agua, subcuenca del río Cotahuasi, Arequipa, 2021?		Evaluar si los parámetros de materia orgánica y físico-químico metal inciden en la gestión de la calidad de agua, subcuenca del río Cotahuasi, 2021.			Difusión y socialización	- Talleres de difusión de resultados - Creación de espacios de dialogo y articulación	Razón	Documento	
						Preservación de fuentes naturales	- Formación de comités participativos de monitoreo de calidad de agua superficial - Formulación de planes de gestión para el aseguramiento y conservación de la calidad de los recursos hídricos en la subcuenca Cotahuasi.	Razón	Documento	

MSc. Eliana Fani Colque Phocco
 CBP: 7620
 DNI: 41644613

MSc. Freddy Alvaro Delgado Manrique
 CBP: 9611
 DNI: 41985589

MSc. Milton César Túllume Chavesta
 CIP: 64716
 DNI: 07482588

Anexo V. Matriz de sistematización y cálculo del ICARHS

FICHA 1 : MATRIZ DE SISTEMATIZACIÓN Y CÁLCULO DEL ÍNDICE DE LA CALIDAD AMBIENTAL DE LOS RECURSOS HÍDRICOS SUPERFICIALES - ICARHS

ICARHS Valor	Numérico
ICARHS Categoría	Escala Cromática

SUBÍNDICE 1	Código de Punto de Monitoreo				Código Final Uniformizado													
	Parámetros			ECA	1° MP	2° MP	3° MP	4° MP	5° MP	6° MP	7° MP	8° MP	9° MP	10° MP	11° MP	12° MP		
				Cat.4E2	Fecha	Fecha	Fecha	Fecha	Fecha	Fecha	Fecha	Fecha	Fecha	Fecha	Fecha	Fecha		
FÍSICO-QUÍMICOS	Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/l	5															
	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/l	10															
	Nitratos (NO3-)	mg/l	13															
	Hidrocarburos Totales de Petróleo	mg/l	0.5															
	Fósforo Total	mg/l	0.05															
MICROBIOLÓGICO	Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	2000															
DATOS	Número de parámetros que NO cumplen ECA para Agua																	
	Número Total de parámetros a Evaluar																	
	Número de datos que NO cumplen el ECA para Agua																	
	Número Total de Datos																	
CÁLCULO DE FACTORES F1, F2, F3	F1			N° de parámetros que no cumplen con los ECA Agua/N° total de parámetros a evaluar														
	F2			N° de datos que no cumplen con el ECA Agua/N° total de datos evaluados														
	Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/l	Excedentes															
	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/l																
	Nitratos (NO3-)	mg/l																
	Hidrocarburos Totales de Petróleo	mg/l																
	Fósforo Total	mg/l																
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL																	
Sumatoria de los excedentes																		
F3			(Suma Normalizada de Excedentes/ (Suma Normalizada de Excedentes + 1))*100															
Valor Subíndice 1				$100 - \frac{\sqrt{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2}}{1,732}$														
Calificación Subíndice 1				ESCALA CROMÁTICA														

SUBÍNDICE 2	Código de Punto de Monitoreo				Código Final Uniformizado													
	Parámetros			ECA	1° MP	2° MP	3° MP	4° MP	5° MP	6° MP	7° MP	8° MP	9° MP	10° MP	11° MP	12° MP		
				Cat.4E2	fecha	fecha	fecha	fecha	fecha	fecha	fecha	fecha	fecha	fecha	fecha	fecha		
FÍSICO-QUÍMICOS	Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6.5	9.0														
	Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	400															
INORGÁNICOS	Arsénico	mg/l	0.15															
	Cobre	mg/l	0.1															
	Mercurio	mg/l	0.0001															
	Zinc	mg/l	0.12															
	Plomo	mg/l	0.0025															
DATOS	Número de parámetros que NO cumplen																	
	Número Total de parámetros a Evaluar																	
	Número de datos que NO cumplen el ECA																	
	Número Total de Datos																	
CÁLCULO DE FACTORES F1, F2, F3	F1			N° de parámetros que no cumplen con los ECA Agua/N° total de parámetros a evaluar														
	F2			N° de datos que no cumplen con el ECA Agua/N° total de datos evaluados														
	Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	Excedentes															
	Sólidos Suspendidos Totales	mg/l																
	Arsénico	mg/l																
	Cobre	mg/l																
	Mercurio	mg/l																
Zinc	mg/l																	
Plomo	mg/l																	
Sumatoria de los excedentes																		
F3			(Suma Normalizada de Excedentes/ (Suma Normalizada de Excedentes + 1))*100															
Valor Subíndice 2				$100 - \frac{\sqrt{F_1^2 + F_2^2 + F_3^2}}{1,732}$														
Calificación Subíndice 2				ESCALA CROMÁTICA														

MSc. Eliana Fani Colque Phocco
 CBP: 7620
 DNI: 41644613

MSc. Freddy Alvaro Delgado Manrique
 CBP: 9611
 DNI: 41985589

MSc. Milton César Túllume Chavesta
 CIP: 64716
 DNI: 07482588

Anexo VI. Encuesta – Estado de la gestión de la calidad del agua



CUESTIONARIO

Buenos días/tardes, estamos realizando una encuesta para recopilar datos acerca del estado de la gestión de la calidad del agua en la Subcuenca del Río Cotahuasi en los puntos que integran la red de monitoreo de agua superficial dispuestos en diferentes cauces naturales, agradezco de antemano cada minuto de su tiempo por responder las siguientes preguntas:

INSTRUCCIONES:

Conteste las siguientes interrogantes con honestidad, de acuerdo a su experiencia y conocimiento.

Marque usted con un aspa (X) en el recuadro bajo el número que indique el nivel de identificación con cada enunciado, teniendo en cuenta la siguiente escala:

Donde:

1 = Muy Deficiente	2 = Deficiente	3 = Regular	4 = Eficiente	5 = Muy Eficiente
--------------------	----------------	-------------	---------------	-------------------

VARIABLE: GESTION DE LA CALIDAD DEL AGUA						
Vigilancia y Control						
		1	2	3	4	5
1	¿Cómo calificaría las acciones de vigilancia de la calidad del agua en los principales cuerpos de agua de la Subcuenca del Río Cotahuasi?					
2	¿Cómo calificaría las acciones de control de la calidad del agua en los principales cuerpos de agua de la Subcuenca del Río Cotahuasi?					
3	¿Cómo calificaría las acciones de vigilancia y control del agua desarrolladas por entidades públicas y privadas en los principales cuerpos de agua de la Subcuenca del Río Cotahuasi?					
4	¿Cómo calificaría las acciones de vigilancia y control desarrolladas por entidades públicas y privadas en el cuerpo de agua más cercado?					
5	Diría usted que la información disponible respecto a la vigilancia y control de la calidad del agua en la Subcuenca del Río Cotahuasi es:					
Difusión y Socialización						
		1	2	3	4	5
6	¿Cómo calificaría la difusión de resultados del estado de la calidad del agua en la Subcuenca del Río Cotahuasi?					
7	¿Cómo calificaría la socialización de resultados del estado de la calidad del agua en la Subcuenca del Río Cotahuasi?					
8	¿Cómo calificaría las acciones de difusión y socialización del estado de la calidad del agua desarrolladas por entidades públicas y privadas en la Subcuenca del Río Cotahuasi?					
9	¿Cómo calificaría las acciones de difusión y socialización del estado de la calidad del agua desarrolladas por entidades públicas y privadas respecto al cuerpo de agua más cercano?					
10	Diría usted que la información disponible respecto a la difusión y socialización del estado de la calidad del agua en la Subcuenca del Río Cotahuasi es:					
Preservación de las fuentes naturales						
		1	2	3	4	5
11	¿Cómo calificaría las acciones de preservación de la calidad del agua ejecutadas entidades públicas y privadas en la Subcuenca del Río Cotahuasi?					
12	¿Cómo calificaría las acciones de preservación de la calidad del agua ejecutadas entidades públicas y privadas en los cuerpos de agua más cercanos?					
13	Diría usted que el nivel de preservación de la calidad del agua en la Subcuenca del Río Cotahuasi es:					
14	Diría usted que el nivel de preservación de la calidad del agua en los cuerpos de agua más cercanos es:					
15	Diría usted que la actualidad el cuidado de la calidad del agua en las principales fuentes de agua en la Subcuenca del Río Cotahuasi es:					

MSc. Eliana Fani Colque Phocco
 CBP: 7620
 DNI: 41644613

MSc. Freddy Alvaro Delgado Manrique
 DBP: 9611
 DNI: 41985589

MSc. Milton César Túllume Chavesta
 CIP: 64716
 DNI: 07482588

Anexo VII. Informe de juicio de expertos para validación de instrumentos



CERTIFICADO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN

I. DATOS GENERALES:

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador: **COLQUE PHOCCO, ELIANA FANI**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Profesional Biólogo / SEDAPAR**
- 1.3. Especialidad del validador: **Especialista en calidad de agua para consumo humano**
- 1.4. Nombre del instrumento: **Matriz de sistematización y cálculo del Índice de Calidad Ambiental de los Recursos Hídricos Superficiales - ICARHS**
- 1.5. Título de la investigación:
"Índice de Calidad Ambiental de Recursos Hídricos Superficiales para la Gestión de Calidad del Agua, Subcuenca del Río Cotahuasi, Arequipa, 2021"
- 1.6. Autor del Instrumento: **Fuentes Torres, Alberto Giancarlo**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado y específico.					90
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.					90
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología					90
4. Organización	Existe una organización lógica.					90
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					90
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias					90
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos.					90
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones					90
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					90
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					90
PROMEDIO DE LA VALIDACIÓN						90

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

90 %

- (x) El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado.
() El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

San Juan de Lurigancho, 15 de febrero del 2022

MSc. Eliana Fani Colque Phocco
CBP: 7620

DNI: 41644613 Teléfono: 959494887

CERTIFICADO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**IV. DATOS GENERALES:**

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador: **COLQUE PHOCCO, ELIANA FANI**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Profesional Biólogo / SEDAPAR**
- 1.3. Especialidad del validador: **Especialista en calidad de agua para consumo humano**
- 1.4. Nombre del instrumento: **Cuestionario – Estado de la gestión de la calidad del agua**
- 1.5. Título de la investigación:
“Índice de Calidad Ambiental de Recursos Hídricos Superficiales para la Gestión de Calidad del Agua, Subcuenca del Río Cotahuasi, Arequipa, 2021”
- 1.6. Autor del Instrumento: **Fuentes Torres, Alberto Giancarlo**

V. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado y específico.					85
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.					85
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología					85
4. Organización	Existe una organización lógica.					85
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					85
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias					85
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos.					85
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones					85
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					85
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					85
PROMEDIO DE LA VALIDACIÓN						85

VI. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85

 %

- (x) El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado.
 () El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

San Juan de Lurigancho, 15 de febrero del 2022



MSc. Eliana Fani Colque Phocco
CBP: 7620

DNI: 41644613 Teléfono: 959494887

CERTIFICADO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**I. DATOS GENERALES:**

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador: **DELGADO MANRIQUE, FREDDY ALVARO**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Gestor Ambiental / SUNASS**
- 1.3. Especialidad del validador: **Especialista en gestión sostenible de los servicios de saneamiento en zonas rurales y urbanas**
- 1.4. Nombre del instrumento: **Matriz de sistematización y cálculo del Índice de Calidad Ambiental de los Recursos Hídricos Superficiales - ICARHS**
- 1.5. Título de la investigación:
“Índice de Calidad Ambiental de Recursos Hídricos Superficiales para la Gestión de Calidad del Agua, Subcuenca del Río Cotahuasi, Arequipa, 2021”
- 1.6. Autor del Instrumento: **Fuentes Torres, Alberto Giancarlo**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado y específico.					90
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.					90
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología					90
4. Organización	Existe una organización lógica.					90
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					90
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias					90
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos.					90
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones					90
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					90
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					90
PROMEDIO DE LA VALIDACIÓN						90

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN:**90** %

- () El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado.
() El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

San Juan de Lurigancho, 15 de febrero del 2022

**MSc. Freddy Alvaro Delgado Manrique**
CBP: 9611

DNI: 41985589 Teléfono: 988777299

CERTIFICADO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**IV. DATOS GENERALES:**

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador: **DELGADO MANRIQUE, FREDDY ALVARO**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Gestor Ambiental / SUNASS**
- 1.3. Especialidad del validador: **Especialista en gestión sostenible de los servicios de saneamiento en zonas rurales y urbanas**
- 1.4. Nombre del instrumento: **Cuestionario – Estado de la gestión de la calidad del agua**
- 1.5. Título de la investigación:
“Índice de Calidad Ambiental de Recursos Hídricos Superficiales para la Gestión de Calidad del Agua, Subcuenca del Río Cotahuasi, Arequipa, 2021”
- 1.6. Autor del Instrumento: **Fuentes Torres, Alberto Giancarlo**

V. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado y específico.					87
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.					87
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología					87
4. Organización	Existe una organización lógica.					87
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					87
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias					87
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos.					87
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones					87
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					87
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					87
PROMEDIO DE LA VALIDACIÓN						87

VI. PROMEDIO DE VALORACIÓN:**87** %

- () El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado.
() El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

San Juan de Lurigancho, 15 de febrero del 2022

**MSc. Freddy Alvaro Delgado Manrique**
CBP: 9611

DNI: 41985589 Teléfono: 988777299

CERTIFICADO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**I. DATOS GENERALES:**

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador: **TÚLLUME CHAVESTA, MILTON CÉSAR**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Perito Forestal**
- 1.3. Especialidad del validador: **Ingeniero Forestal**
- 1.4. Nombre del instrumento: **Matriz de sistematización y cálculo del Índice de Calidad Ambiental de los Recursos Hídricos Superficiales - ICARHS**
- 1.5. Título de la investigación:
“Índice de Calidad Ambiental de Recursos Hídricos Superficiales para la Gestión de Calidad del Agua, Subcuenca del Río Cotahuasi, Arequipa, 2021”
- 1.6. Autor del Instrumento: **Fuentes Torres, Alberto Giancarlo**

II. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado y específico.					85
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.					85
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología					85
4. Organización	Existe una organización lógica.					85
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.					85
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias					85
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos.					85
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones					85
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					85
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.					85
PROMEDIO DE LA VALIDACIÓN						85

III. PROMEDIO DE VALORACIÓN:

85

 %

- El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado.
 El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

San Juan de Lurigancho, 15 de febrero del 2022.



MSc. Milton César Túllume Chavesta
CIP: 64716

DNI: 07482588 Teléfono: 966255191

CERTIFICADO DE VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN**IV. DATOS GENERALES:**

- 1.1. Apellidos y Nombres del validador: **DELGADO MANRIQUE, FREDDY ALVARO**
- 1.2. Cargo e institución donde labora: **Gestor Ambiental / SUNASS**
- 1.3. Especialidad del validador: **Especialista en gestión sostenible de los servicios de saneamiento en zonas rurales y urbanas**
- 1.4. Nombre del instrumento: **Cuestionario – Estado de la gestión de la calidad del agua**
- 1.5. Título de la investigación:
“Índice de Calidad Ambiental de Recursos Hídricos Superficiales para la Gestión de Calidad del Agua, Subcuenca del Río Cotahuasi, Arequipa, 2021”
- 1.6. Autor del Instrumento: **Fuentes Torres, Alberto Giancarlo**

V. ASPECTOS DE VALIDACIÓN:

CRITERIOS	INDICADORES	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Está formulado con lenguaje apropiado y específico.				80	
2. Objetividad	Está expresado en conductas observables.				80	
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y tecnología				80	
4. Organización	Existe una organización lógica.				80	
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad.				80	
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias				80	
7. Consistencia	Basados en aspectos teóricos-científicos.				80	
8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y dimensiones				80	
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico				80	
10. Pertinencia	El instrumento es funcional para el propósito de la investigación.				80	
PROMEDIO DE LA VALIDACIÓN					80	

VI. PROMEDIO DE VALORACIÓN:**80****%**

() El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado.

() El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

San Juan de Lurigancho, 15 de febrero del 2022



MSc. Milton César Túllume Chavesta
CIP: 64716

DNI: 07482588 Teléfono: 966255191

Anexo VIII. Solicitud de acceso a la información

DETERMINACIÓN DEL ALFA DE CRONBACH PARA LA CONFIABILIDAD DEL CUESTIONARIO DE MEDICIÓN DE LA GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA DE LA SUBCUENCA DEL RÍO COTAHUASI.

Estadísticas de fiabilidad		
Alfa de Cronbach	Alfa de Cronbach basada en elementos estandarizados	N de elementos
0,950	0,950	15

La tabla muestra la confiabilidad del cuestionario de medición de la Gestión de la Calidad del agua de la subcuenca del río Cotahuasi, presentándose un alfa de Cronbach=0.950, el mismo que indica que el cuestionario de medición de estrés es muy satisfactorio por presentar un valor cercano a 1.

CRITERIOS PARA LA INTERPRETACIÓN DEL ALFA DE CRONBACH

Valores de Alfa	Interpretación
De 0.90 a 1.00	Es calificado como muy satisfactorio
De 0.80 a 0.89	Es calificado como adecuado
De 0.70 a 0.79	Es calificado como moderado
De 0.60 a 0.69	Es calificado como bajo
De 0.50 a 0.59	Es calificado como muy bajo
Menor a 0.50	Es calificado como no confiable

Fuente: Concha, Barriga, y Henrique, (2011)

PRUEBA DE NORMALIDAD DE LOS DATOS DEL ICARHS Y la GESTION DE LA CALIDAD DEL AGUA

Pruebas de normalidad

	Kolmogorov-Smirnov ^a			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
ICARS	0,344	7	0,012	0,719	7	0,006
GESTIÓN DEL AGUA	0,167	7	0,200 [*]	0,986	7	0,984
SUBÍNDICE 1	0,344	7	0,012	0,719	7	0,006
SUBÍNDICE 2	0,165	7	0,200 [*]	0,909	7	0,392

La tabla muestra las pruebas de normalidad, siendo aplicable para la investigación la prueba de normalidad de Shapiro-Wilk, por presentar un tamaño de muestra $N < 60$, demostrando que las variables ICARHS y SUBÍNDICE 1, no presentaron normalidad ($p < 0.05$), mientras que las variables GESTIÓN DE LA CALIDAD DEL AGUA y SUBÍNDICE 2, presentaron normalidad aceptando la hipótesis nula para este caso ($p > 0.05$).

Anexo IX. Solicitud de acceso a la información

Solicito: Informes de ensayo-monitoreo

SR:

ING. FIDEL ANTONIO ZEGARRA GRANDA
Administrador Local de Agua Ocoña Pausa
Autoridad Nacional del Agua


Yo Alberto Giancarlo Fuentes Torres, identificado con DNI 42629874, domiciliado en la calle 12 de octubre N° 708 Alto Selva Alegre, Arequipa, con correo electrónico vientogris@icloud.com, y número de teléfono 964814646 y ante Usted con el debido respeto me presento y expongo:

Que, al encontrarme desarrollando el proyecto en tesis denominado "Índice de Calidad Ambiental de Recursos Hídricos Superficiales" para la Gestión de Calidad del Agua, Subcuenca del Río Cotahuasi, Arequipa, 2021" con la finalidad de optar por el título profesional de Ingeniero Ambiental en la Universidad Cesar Vallejo, a fin de solicitarle se me brinde copia de los informes de ensayo de los monitoreos de calidad de agua superficial desarrollados por su representada en la Subcuenca Cotahuasi entre el periodo 2012.2021, los mismo que agradeceré me sean remitidos al correo signado en la presentación.

Por lo Expuesto:

Pido a usted acceder a mi solicitud por ser de necesidad.

Arequipa, 16 de febrero 2022



Alberto Giancarlo Fuentes Torres
DNI 42629874

Anexo X. Respuesta de la Autoridad Nacional del Agua a solicitud de información



PERÚ Ministerio de Desarrollo Agrario y Riego



Firmado digitalmente por ZEGARRA GRANDA Fidel Antonio FAU 20520711865 hard Motivo: Soy el autor del documento Fecha: 17/02/2022

"Decenio de la Igualdad de Oportunidades para Mujeres y Hombres"
"Año del Fortalecimiento de la Soberanía Nacional"

CUT: 25489-2022

Arequipa, 17 de febrero de 2022

CARTA N° 0097-2022-ANA-AAA.CO-ALA.OP

Señora:

ALBERTO GIANCARLO FUENTES TORRES

Calle 12 de Octubre N° 708 – Alto Selva Alegre

Arequipa.-

Asunto : Atención a solicitud de acceso a la información pública

Me dirijo a usted, en atención a la solicitud efectuada por su persona al amparo de la Ley N° 27806 – Ley de Transparencia y Acceso a la Información Pública, en donde requiere copia de los informes de ensayo de los monitoreos de calidad de agua superficial desarrollados por esta unidad orgánica en la subcuenca del río Cotahuasi entre el periodo 2012-2021.

Al respecto, a través de la plataforma OneDrive se remite los informes de monitoreo de calidad de agua superficial en la cuenca del río Ocoña desarrollados por la Administración Local de Agua Ocoña Pausa entre el periodo 2012-2021, en donde las estaciones codificadas como: *QRedo1, QRedo2, QRedo3, RAcall, RCush1, QChac1, RCota1, RCota2 y RCota3*, corresponden a los puntos monitoreados en la Unidad Hidrográfica Cotahuasi materia de su requerimiento, información a la cual podrá acceder mediante el enlace adjunto, el mismo que estará disponible hasta el día 28.02.2022. Por consiguiente, agradeceré dar por atendida su solicitud.

Atentamente

FIRMADO DIGITALMENTE

FIDEL ANTONIO ZEGARRA GRANDA

ADMINISTRADOR LOCAL DEL AGUA

ADMINISTRACION LOCAL DE AGUA OCOÑA PAUSA

FAZG/AGFT

c.c. Archivo

Se adjunta:

- Enlace OneDrive:

https://autoridad-my.sharepoint.com/:f/g/personal/afuentes_ana_gob_pe/EiGLqX3-m2hNuz4cauzUJrIB2A_kDmIJE_-9dzb_e7Niw?e=3kb5aZ

Av. Panamericana N° 206 Alt.
Km. 777 - Arequipa
T: 054-587119
www.gob.pe/ana
www.gob.pe/midagri

Esta es una copia auténtica imprimible de un documento electrónico archivado de ANA, aplicando lo dispuesto por el Art. 25 de D.S 070-2013-PCM y la Tercera Disposición Complementaria Final del D.S 026-2016-PCM. Su autenticidad e integridad pueden ser contrastadas a través de la siguiente dirección web: Url: <http://sisged.ana.gob.pe/consultas> e ingresando la siguiente clave: AB8559E7



Anexo XI. Cálculo del ICARHS en el punto QRedo1

Código	QRedo1
Categoría	2017 Cat.4
Nº Monitoreos	12
Subíndice 1 (Materia Orgánica) Valor	99
S1 1 (Materia Orgánica) Calificación	EXCELENTE
Subíndice 2 (Físico Químico - Metal) Valor	100
S2 (Físico Químico - Metal) Calificación	EXCELENTE

ICARHS Valor	99
ICARHS Calificación	EXCELENTE

SUBÍNDICE 1	Codigo de Punto de Monitoreo			QRedo1											
	Parámetros	ECA Cat.4E2		1° MP	2° MP	3° MP	4° MP	5° MP	6° MP	7° MP	8° MP	9° MP	10° MP	11° MP	12° MP
				27/11/2012	19/11/2013	22/04/2014	02/09/2015	26/04/2016	15/11/2016	23/08/2017	17/04/2018	23/04/2019	06/11/2019	10/11/2020	05/02/2021
FÍSICO-QUÍMICOS	Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/l	5	5.78	6.18	4.66	6.5	7.63	5.42	6.46	7.25	6.25	6.43	6.61	7.27
	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/l	10	< 6	--	< 2	3	--	--	< 2	< 2	6	4	< 2	2
	Nitratos (NO3-)	mg/l	13	< 0.062	--	< 0.03	--	--	--	--	--	0.199	0.048	0.047	< 0.002
	Fósforo Total	mg/l	0.05	< 0.6	0.017	0.014	0.03	0.02	< 0.01	--	--	< 0.01	0.086	< 0.01	< 0.007
MICROBIOLÓGICO	Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	2000	< 1.8	--	--	--	--	--	--	--	< 1.8	< 1.8	< 1.8	< 1.8
DATOS	Número de parámetros que NO cumplen ECA para Agua			2											
	Número Total de parámetros a Evaluar			5											
	Número de datos que NO cumplen el ECA para Agua			2											
	Número Total de Datos			42											
CÁLCULO DE FACTORES F1, F2, F3	F1			0.49											
	F2			0.85											
	Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/l				0.07									
	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/l													
	Nitratos (NO3-)	mg/l													
	Fósforo Total	mg/l											0.72		
	Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL													
	Sumatoria de los excedentes			0.8189											
	F3			1.8538											
	Valor Subíndice 1			99											
Calificación Subíndice 1			EXCELENTE												

SUBÍNDICE 2	PUNTOS DE MUESTREO			QRedo1											
	Parámetros	ECA Cat.4E2		1° MP	2° MP	3° MP	4° MP	5° MP	6° MP	7° MP	8° MP	9° MP	10° MP	11° MP	12° MP
				27/11/2012	19/11/2013	22/04/2014	02/09/2015	26/04/2016	15/11/2016	23/08/2017	17/04/2018	23/04/2019	06/11/2019	10/11/2020	05/02/2021
FÍSICO-QUÍMICOS	Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6.5 9.0	8.22	7.36	7.32	7.74	6.92	8.75	7.64	6.59	6.4	7.87	7.51	7.76
	Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	400	< 3	< 3	< 3	1	2	< 1	< 2	< 2	< 2	< 3	< 3	4
INORGÁNICOS	Arsénico	mg/l	0.15	< 0.003	< 0.001	< 0.001	< 0.007	< 0.007	< 0.007	0.00057	0.00088	0.0006	0.001	< 0.0001	0.0005
	Cobre	mg/l	0.1	< 0.003	< 0.004	0.001	< 0.002	< 0.002	< 0.002	0.00043	0.00031	< 0.00003	0.0006	0.0046	< 0.0003
	Mercurio	mg/l	0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005
	Plomo	mg/l	0.0025	< 0.001	0.003	< 0.0004	< 0.001	< 0.001	< 0.001	0.0004	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002
	Zinc	mg/l	0.12	0.006	< 0.003	< 0.003	0.029	0.021	< 0.0004	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.008	< 0.008	< 0.008
	Sumatoria de los excedentes			0.8026											
F3			0.2560												
Valor Subíndice 2			100												
Calificación Subíndice 2			EXCELENTE												

Anexo XII. Cálculo del ICARHS en el punto QRedo2

Código	QRedo2
Categoría	2017 Cat.4
N° Monitoreos	10
Subíndice 1 (Materia Orgánica) Valor	100
S1 1 (Materia Orgánica) Calificación	EXCELENTE
Subíndice 2 (Físico Químico - Metal) Valor	100
S2 (Físico Químico - Metal) Calificación	EXCELENTE

ICARHS Valor	100
ICARHS Calificación	EXCELENTE

SUBÍNDICE 1	Codigo de Punto de Monitoreo			QRedo2										
	Parámetros	ECA Cat.4E2	1° MP 27/11/2012	2° MP 19/11/2013	3° MP 22/04/2014	4° MP 02/09/2015	5° MP 26/04/2016	6° MP 15/11/2016	7° MP 29/08/2017	8° MP 17/04/2018	9° MP 23/04/2019	10° MP 06/11/2019		
FÍSICO-QUÍMICOS	Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/l	5	5.45	6.06	4.55	6.18	6.88	5.72	6.69	7.96	6.65	6.61	
	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/l	10	< 6	--	< 2	4	--	--	< 2	< 2	< 2	< 2	
	Nitratos (NO3-)	mg/l	13	0.873	--	< 0.03	0.31	0.44	0.3101	0.026	0.155	1.865	0.222	
	Fósforo Total	mg/l	0.05	< 0.6	0.02	0.019	0.03	0.03	< 0.01	--	--	< 0.01	< 0.01	
	Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	2000	< 1.8	--	--	--	--	--	--	--	14	20	
DATOS	Número de parámetros que NO cumplen ECA para Agua			1										
	Número Total de parámetros a Evaluar			5										
	Número de datos que NO cumplen el ECA para Agua			1										
	Número Total de Datos			37										
CÁLCULO DE FACTORES F1, F2, F3	F1			0.20										
	F2			0.83										
	Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/l				0.10								
	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/l												
	Nitratos (NO3-)	mg/l												
	Fósforo Total	mg/l												
	Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL												
	Sumatoria de los excedentes			0.0027										
	F3			0.2666										
	Valor Subíndice 1			100										
Calificación Subíndice 1			EXCELENTE											
SUBÍNDICE 2	PUNTOS DE MUESTREO			QRedo2										
	Parámetros	ECA Cat.4E2	1° MP 27/11/2012	2° MP 19/11/2013	3° MP 22/04/2014	4° MP 02/09/2015	5° MP 26/04/2016	6° MP 15/11/2016	7° MP 29/08/2017	8° MP 17/04/2018	9° MP 23/04/2019	10° MP 06/11/2019		
FÍSICO-QUÍMICOS	Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6.5	9.0	7.43	6.97	7.22	7.32	6.82	6.93	6.63	7.52	6.75	7.42
	Sólidos Suspensos Totales	mg/l	400	< 3	< 3	4.27	1	2	< 1	5	4	3	< 3	
	Arsénico	mg/l	0.15	< 0.003	< 0.001	< 0.001	< 0.007	< 0.007	< 0.007	0.00084	0.00165	0.0011	0.0012	
	Cobre	mg/l	0.1	< 0.003	< 0.0004	0.001	0.004	< 0.002	< 0.002	0.00085	0.00104	0.00071	0.0014	
	Mercurio	mg/l	0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00005	
	Plomo	mg/l	0.0025	< 0.001	0.0032	< 0.0004	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	< 0.0002	
	Zinc	mg/l	0.12	< 0.003	< 0.003	< 0.003	0.030	0.024	< 0.0004	< 0.01	< 0.01	0.0172	0.029	
	DATOS	Número de parámetros que NO cumplen			1									
Número Total de parámetros a Evaluar			7											
Número de datos que NO cumplen el ECA			1											
Número Total de Datos			70											
CÁLCULO DE FACTORES F1, F2, F3	F1			0.14										
	F2			0.01										
	Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH												
	Sólidos Suspensos Totales	mg/l												
	Arsénico	mg/l												
	Cobre	mg/l												
	Mercurio	mg/l												
	Plomo	mg/l				0.28								
	Zinc	mg/l												
	Sumatoria de los excedentes			0.0040										
F3			0.3984											
Valor Subíndice 2			100											
Calificación Subíndice 2			EXCELENTE											

Anexo XIII. Cálculo del ICARHS en el punto RAca1

Código	RAca1
Categoría	2017 Cat.4
N° Monitoreos	9
Subíndice 1 (Materia Orgánica) Valor	84
S1 1 (Materia Orgánica) Calificación	BUENO
Subíndice 2 (Físico Químico - Metal) Valor	95
S2 (Físico Químico - Metal) Calificación	EXCELENTE

ICARHS Valor	84
ICARHS Calificación	BUENO

SUBÍNDICE 1	Codigo de Punto de Muestreo				RAca1											
	Parámetros			ECA Cat.4E2	4° MP	5° MP	6° MP	7° MP	8° MP	9° MP	10° MP	11° MP	12° MP			
					01/09/2015	27/04/2016	16/11/2016	30/08/2017	18/04/2018	23/04/2019	06/11/2019	10/11/2020	08/02/2021			
FÍSICO-QUÍMICOS	Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/l	5	5.48	8.07	5.89	7.14	7.92	6.98	6.84	6.53	7.26				
	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/l	10	4	--	--	< 2	< 2	5	3	< 2	3				
	Nitratos (NO3-)	mg/l	13	--	--	--	--	--	0.029	0.035	0.339	< 0.009				
	Fósforo Total	mg/l	0.05	0.06	0.05	0.05	--	--	< 0.01	0.152	0.34	< 0.007				
MICROBIOLÓGICO	Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	2000	--	--	--	--	--	13	220	22	14				
DATOS	Número de parámetros que NO cumplen ECA para Agua			1												
	Número Total de parámetros a Evaluar			5												
	Número de datos que NO cumplen el ECA para Agua			3												
	Número Total de Datos			31												
CÁLCULO DE FACTORES F1, F2, F3	F1			0.20												
	F2			0.10												
	Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/l														
	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/l														
	Nitratos (NO3-)	mg/l														
	Fósforo Total	mg/l		0.20							2.04	5.80				
	Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL														
	Sumatoria de los excedentes			0.2584												
	F3			20.5943												
	Valor Subíndice 1			84												
Calificación Subíndice 1			BUENO													
SUBÍNDICE 2	PUNTOS DE MUESTREO				RAca1											
	Parámetros			ECA Cat.4E2	4° MP	5° MP	6° MP	7° MP	8° MP	9° MP	10° MP	11° MP	12° MP			
					01/09/2015	27/04/2016	16/11/2016	30/08/2017	18/04/2018	23/04/2019	06/11/2019	10/11/2020	08/02/2021			
FÍSICO-QUÍMICOS	Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6.5 9.0	8.45	8.52	7.53	6.78	6.79	7.56	8.6	8.41	7.33				
	Sólidos Suspendedos Totales	mg/l	400	3	4	5	3	< 2	7	8	< 3	< 3				
	Arsénico	mg/l	0.15	0.082	0.038	0.14	0.08945	0.0445	0.00556	0.0883	0.0137	0.0668				
	Cobre	mg/l	0.1	0.0068	< 0.002	< 0.002	0.001	0.0005	0.00041	0.0009	< 0.0003	< 0.0003				
	Mercurio	mg/l	0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005				
	Plomo	mg/l	0.0025	< 0.001	0.007	< 0.001	0.0004	< 0.0002	< 0.0002	0.0004	< 0.008	< 0.0002				
	Zinc	mg/l	0.12	0.428	0.032	0.015	< 0.01	< 0.01	< 0.01	< 0.008	< 0.0002	< 0.008				
	DATOS	Número de parámetros que NO cumplen			2											
Número Total de parámetros a Evaluar			7													
Número de datos que NO cumplen el ECA			2													
Número Total de Datos			63													
CÁLCULO DE FACTORES F1, F2, F3	F1			0.29												
	F2			0.03												
	Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH														
	Sólidos Suspendedos Totales	mg/l														
	Arsénico	mg/l														
	Cobre	mg/l														
	Mercurio	mg/l														
	Plomo	mg/l			1.80											
	Zinc	mg/l		2.57												
	Sumatoria de los excedentes			0.0693												
F3			6.4819													
Valor Subíndice 2			95													
Calificación Subíndice 2			EXCELENTE													

Anexo XIV. Cálculo del ICARHS en el punto RCush1

Código	RCush1
Categoría	2017 Cat.4
N° Monitoreos	9
Subíndice 1 (Materia Orgánica) Valor	86
S1 1 (Materia Orgánica) Calificación	BUENO
Subíndice 2 (Físico Químico - Metal) Valor	98
S2 (Físico Químico - Metal) Calificación	EXCELENTE

ICARHS Valor	86
ICARHS Calificación	BUENO

Código de Punto de Muestreo	RCush1											
	Parámetros	ECA Cat.4E2	4° MP 01/09/2015	5° MP 27/04/2016	6° MP 16/11/2016	7° MP 30/08/2017	8° MP 18/04/2018	9° MP 23/04/2019	10° MP 06/11/2019	11° MP 10/11/2020	12° MP 08/06/2021	
FÍSICO-QUÍMICOS	Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/l	5	5.6	7.71	6.15	7.93	6.93	6.8	6.78	6.7	7.13
	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/l	10	<3	--	--	<2	<2	3	<2	<2	2
	Nitratos (NO3-)	mg/l	13	--	--	--	--	--	0.026	0.23	0.033	<0.009
	Fósforo Total	mg/l	0.05	0.11	0.07	0.12	--	--	<0.01	0.195	0.07	0.085
MICROBIOLOGICO	Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	2000	--	--	--	--	--	33	32	<1.8	<1.8
DATOS	Número de parámetros que NO cumplen ECA para Agua							1				
	Número Total de parámetros a Evaluar							5				
	Número de datos que NO cumplen el ECA para Agua							6				
	Número Total de Datos							31				
CÁLCULO DE FACTORES F1, F2, F3	F1		0.20									
	F2		0.19									
	Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/l										
	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/l										
	Nitratos (NO3-)	mg/l										
	Fósforo Total	mg/l		1.20	0.40	1.40				2.90	0.40	0.70
	Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL										
	Sumatoria de los excedentes		0.23									
	F3		15.42									
	Valor Subíndice 1		86									
Calificación Subíndice 1		BUENO										

Código de Punto de Muestreo	RCush1												
	Parámetros	ECA Cat.4E2	4° MP 01/09/2015	5° MP 27/04/2016	6° MP 16/11/2016	7° MP 30/08/2017	8° MP 18/04/2018	9° MP 23/04/2019	10° MP 06/11/2019	11° MP 10/11/2020	12° MP 08/06/2021		
FÍSICO-QUÍMICOS	Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6.5	9.0	8.13	6.65	8.04	6.79	6.55	7.22	8.15	7.9	7.79
INORGÁNICOS	Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	400	2	<1	<1	5	<2	8	<3	<3	4	
	Arsénico	mg/l	0.15	0.008	<0.007	0.016	0.01234	0.0077	0.02814	0.0135	0.0124	0.009	
	Cobre	mg/l	0.1	<0.002	<0.002	<0.002	0.000	0.0005	0.0054	0.0007	<0.0003	<0.0003	
	Mercurio	mg/l	0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.00003	<0.00003	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	
	Plomo	mg/l	0.0025	<0.001	0.006	<0.001	0.0006	<0.0002	<0.0002	0.0004	<0.0002	0.003	
	Zinc	mg/l	0.12	0.049	0.012	0.004	<0.01	<0.01	0.0189	<0.008	<0.008	<0.008	
DATOS	Número de parámetros que NO cumplen							1					
	Número Total de parámetros a Evaluar							7					
	Número de datos que NO cumplen el ECA							2					
	Número Total de Datos							63					
CÁLCULO DE FACTORES F1, F2, F3	F1		0.14										
	F2		0.03										
	Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH											
	Sólidos Suspendidos Totales	mg/l											
	Arsénico	mg/l											
	Cobre	mg/l											
	Mercurio	mg/l											
	Plomo	mg/l			1.40							0.20	
	Zinc	mg/l											
	Sumatoria de los excedentes		0.0254										
F3		2.48											
Valor Subíndice 2		98											
Calificación Subíndice 2		EXCELENTE											

Anexo XV. Cálculo del ICARHS en el punto RCota1

Código	RCota1
Categoría	2017 Cat.4
Nº Monitoreos	12
Subíndice 1 (Materia Orgánica) Valor	80
S1 1 (Materia Orgánica) Calificación	BUENO
Subíndice 2 (Físico Químico - Metal) Valor	99
S2 (Físico Químico - Metal) Calificación	EXCELENTE

ICARHS Valor	80
ICARHS Calificación	BUENO

SUBÍNDICE 1	Codigo de Punto de Muestreo			RCota1											
	Parámetros	ECA Cat.4E2.5	1° MP 28/11/2012	2° MP 20/11/2013	3° MP 22/04/2014	4° MP 03/09/2015	5° MP 28/04/2016	6° MP 17/11/2016	7° MP 31/08/2017	8° MP 19/04/2018	9° MP 25/04/2019	10° MP 07/11/2019	11° MP 12/11/2020	12° MP 10/06/2021	
															mg/l
FÍSICO-QUÍMICOS	Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	5	7.43	6.13	5.7	7.13	7.31	7.54	5.68	8.03	7.85	7.53	8.15	8.41	
	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	10	<6	--	<2	<3	3	<3	<2	<2	3	<2	<2	<2	
	Nitratos (NO3-)	13	0.176	--	<0.03	0.40	0.44	0.3544	0.221	<0.009	0.194	0.081	<0.009	0.14	
	Fósforo Total	0.05	<0.6	0.103	0.052	0.08	0.08	0.07	--	--	0.049	0.054	0.158	>0.007	
MICROBIOLÓGICO	Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	2000	5	--	--	--	--	--	--	8	<1.8	28000	<1.8	
DATOS	Número de parámetros que NO cumplen ECA para Agua			2											
	Número Total de parámetros a Evaluar			5											
	Número de datos que NO cumplen el ECA para Agua			8											
	Número Total de Datos			49											
CÁLCULO DE FACTORES F1, F2, F3	F1			0.40											
	F2			0.16											
	Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/l													
	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/l													
	Nitratos (NO3-)	mg/l													
	Fósforo Total	mg/l		1.06	0.04	0.60	0.60	0.40				0.08	2.16		
	Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml												13.00	
	Sumatoria de los excedentes			0.37											
	F3			26.08											
	Valor Subíndice 1			80											
Calificación Subíndice 1			BUENO												

SUBÍNDICE 2	PUNTO DE MUESTREO			RCota1											
	Parámetros	ECA Cat.4E2.5	1° MP 28/11/2012	2° MP 20/11/2013	3° MP 22/04/2014	4° MP 03/09/2015	5° MP 28/04/2016	6° MP 17/11/2016	7° MP 31/08/2017	8° MP 19/04/2018	9° MP 25/04/2019	10° MP 07/11/2019	11° MP 12/11/2020	12° MP 10/06/2021	
															Unidad de pH
FÍSICO-QUÍMICOS	Potencial de Hidrógeno (pH)	6.5 - 9.0	8.2	8.20	7.60	8.39	7.34	8.28	7.5	6.33	7.25	8.11	7.21	7.39	
INORGÁNICOS	Sólidos Suspendidos Totales	400	<3	3.95	12.44	2	13	4	3	8	13	7	6	4	
	Arsénico	0.15	0.026	0.033	0.01	0.024	0.0130	0.035	0.0248	0.01473	0.01146	0.0312	0.029	0.0196	
	Cobre	0.1	<0.003	<0.0004	<0.0004	<0.002	<0.002	<0.0003	0.00075	0.0006	0.0007	0.001	<0.0003		
	Mercurio	0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0001	<0.0003	<0.00003	<0.00003	<0.00005	<0.00005	<0.00005	<0.00005	
	Plomo	0.0025	<0.001	0.0066	0.0009	<0.001	<0.001	<0.0001	<0.0002	<0.0002	0.0003	<0.0002	0.0004	<0.0002	
	Zinc	0.12	0.004	<0.003	<0.003	0.022	0.011	0.005	<0.01	<0.01	0.0117	<0.008	<0.008	<0.008	
	Sumatoria de los excedentes			0.8198											
F3			1.95												
Valor Subíndice 2			99												
Calificación Subíndice 2			EXCELENTE												

Anexo XVI. Cálculo del ICARHS en el punto QChac1

Código	QChac1
Categoría	2017 Cat.4
Nº Monitoreos	12
Subíndice 1 (Materia Orgánica) Valor	24
S1 1 (Materia Orgánica) Calificación	PESIMO
Subíndice 2 (Físico Químico - Metal) Valor	93
S2 (Físico Químico - Metal) Calificación	BUENO

ICARHS Valor	24
ICARHS Calificación	PESIMO

SUBÍNDICE 1	Codigo de Punto de Muestreo			QChac1											
	Parámetros	ECA Cat.4E2.5	1° MP 28/11/2012	2° MP 20/11/2013	3° MP 22/04/2014	4° MP 03/09/2015	5° MP 28/04/2016	6° MP 16/11/2016	7° MP 31/08/2017	8° MP 19/04/2018	9° MP 24/04/2019	10° MP 05/11/2019	11° MP 11/11/2020	12° MP 09/02/2021	
															mg/l
FÍSICO-QUÍMICOS	Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	5	6.72	1.78	3.12	2.5	2.27	2.09	4.23	1.89	0.91	1.16	1.18	0.65	
	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	10	13	--	12.43	54	6	128	36	30	148	45	186	142	
	Nitratos (NO3-)	13	2393	--	0.26	0.62	< 0.005	0.6202	< 0.009	< 0.009	< 0.009	< 0.009	< 0.009	< 0.009	
	Fósforo Total	0.05	2.4	2232	1701	3.5	3.45	5.23	--	--	4.96	4346	3769	1.063	
MICROBIOLÓGICO	Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	2000	2400	--	1700000	--	3300000	4600000	46000	1700000	700000	3300000	46000	1700
DATOS	Número de parámetros que NO cumplen ECA para Agua			5											
	Número Total de parámetros a Evaluar			5											
	Número de datos que NO cumplen el ECA para Agua			41											
	Número Total de Datos			54											
CÁLCULO DE FACTORES F1, F2, F3	F1			1.00											
	F2			0.76											
	Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/l		1.81	0.60	1.00	1.20	1.39	0.18	1.65	4.49	3.31	3.24	6.69	
	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/l	0.30		0.24	4.40		11.80	2.60	2.80	13.80	3.50	17.60	13.20	
	Nitratos (NO3-)	mg/l	183.08												
	Fósforo Total	mg/l	47.00	44639.00	34019.00	69.00	68.00	103.60			98.20	86919.00	75379.00	20.26	
	Coliformes Termotolerantes	NMP/100ml	0.20		849.00		1649.00	22999.00	22.00	84.00	349.00	1649.00	22.00		
	Sumatoria de los excedentes			4986.36											
	F3			98.98											
	Valor Subíndice 1			24											
Calificación Subíndice 1			PESIMO												

SUBÍNDICE 2	PUNTO DE MUESTREO			QChac1											
	Parámetros	ECA Cat.4E2.5	1° MP 28/11/2012	2° MP 20/11/2013	3° MP 22/04/2014	4° MP 03/09/2015	5° MP 28/04/2016	6° MP 16/11/2016	7° MP 31/08/2017	8° MP 19/04/2018	9° MP 24/04/2019	10° MP 05/11/2019	11° MP 11/11/2020	12° MP 09/02/2021	
															Unidad de pH
FÍSICO-QUÍMICOS	Potencial de Hidrógeno (pH)	6.5 - 9.0	8.23	7.82	7.90	8.09	7.88	7.8	7.38	7.7	7.49	7.93	7.54	7.31	
INORGÁNICOS	Sólidos Suspendidos Totales	mg/l	400	79	48.54	36.27	127	136	85	120	109	237	74	51	41
	Arsénico	mg/l	0.15	< 0.003	< 0.001	< 0.001	< 0.007	< 0.007	< 0.007	0.00253	0.00349	0.00273	0.0025	0.0027	0.003
	Cobre	mg/l	0.1	0.007	< 0.0004	0.002	0.009	0.0120	0.007	0.01191	0.00713	0.01848	0.0092	0.0095	0.0055
	Mercurio	mg/l	0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0003	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00003	< 0.00005	< 0.00005	< 0.00005
	Plomo	mg/l	0.0025	0.003	0.0183	0.0042	< 0.001	0.004	< 0.001	0.0023	0.0031	0.0042	0.0014	0.0019	0.0007
	Zinc	mg/l	0.12	0.027	0.022	0.007	0.056	0.077	0.053	0.0778	0.0237	0.1493	0.051	0.059	0.033
DATOS	Número de parámetros que NO cumplen			2											
	Número Total de parámetros a Evaluar			7											
	Número de datos que NO cumplen el ECA			7											
	Número Total de Datos			84											
CÁLCULO DE FACTORES F1, F2, F3	F1			0.29											
	F2			0.08											
	Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH													
	Sólidos Suspendidos Totales	mg/l													
	Arsénico	mg/l													
	Cobre	mg/l													
	Mercurio	mg/l													
	Plomo	mg/l	0.20	6.32	0.68		0.60			0.24	0.68				
	Zinc	mg/l									0.24				
	Sumatoria de los excedentes			0.1067											
F3			9.64												
Valor Subíndice 2			93												
Calificación Subíndice 2			BUENO												

Anexo XVII. Cálculo del ICARHS en el punto RCota3

Código	RCota3
Categoría	2017 Cat.4
N° Monitoreos	8
Subíndice 1 (Materia Orgánica) Valor	93
S1 1 (Materia Orgánica) Calificación	BUENO
Subíndice 2 (Físico Químico - Metal) Valor	97
S2 (Físico Químico - Metal) Calificación	EXCELENTE

ICARHS Valor	93
ICARHS Calificación	BUENO

Codigo de Puesto de Monitoreo				RCota3							
Parámetros	E.C.A. Cat.4E2.5	1° MP 2° MP 3° MP 4° MP 5° MP 6° MP 7° MP 8° MP									
		05/12/2012	12/11/2013	15/04/2014	08/09/2015	10/05/2016	03/11/2016	05/09/2017	03/05/2018		
FÍSICO-QUÍMICOS	Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/l	5	8.22	7.49	7.08	7.61	7.97	7.55	8.37	9.94
	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/l	10	< 6	< 2	< 2	< 3	--	< 3	< 2	< 2
	Nitratos (NO3-)	mg/l	13	< 0.062	0.022	< 0.03	0.27	0.49	0.3544	0.045	0.178
	Fósforo Total	mg/l	0.05	--	0.117	0.074	0.06	0.07	0.07	--	--
MICROBIOLÓGICO	Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	2000	33	--	--	--	--	--	--	--
	DATOS										
Número de parámetros que NO cumplen ECA para Agua				1							
Número Total de parámetros a Evaluar				5							
Número de datos que NO cumplen el ECA para Agua				5							
Número Total de Datos				29							
F1				0.29							
F2				0.17							
CÁLCULO DE FACTORES F1, F2, F3	Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/l									
	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/l									
	Nitratos (NO3-)	mg/l									
	Fósforo Total	mg/l		1.34	0.48	0.20	0.40	0.40			
	Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL									
	Sumatoria de los excedentes				0.10						
F3				0.06							
Valor Subíndice 1				93							
Calificación Subíndice 1				BUENO							

PUNTOS DE MUESTREO				RCota3							
Parámetros	E.C.A. Cat.4E2.5	1° MP 2° MP 3° MP 4° MP 5° MP 6° MP 7° MP 8° MP									
		05/12/2012	12/11/2013	15/04/2014	08/09/2015	10/05/2016	03/11/2016	05/09/2017	03/05/2018		
FÍSICO-QUÍMICOS	Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6.5 9.0	8.26	8.45	8.07	8.66	8.32	8.47	8.15	7.34
INORGÁNICOS	Sólidos Suspendedos Totales	mg/l	400	157	35.72	21.15	3	43	12	10	3
	Arsénico	mg/l	0.15	0.026	0.024	0.011	0.018	0.0140	0.024	0.02278	0.01297
	Cobre	mg/l	0.1	0.006	0.001	0.002	0.003	< 0.002	< 0.002	0.00126	0.00099
	Mercurio	mg/l	0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0001	< 0.0003	< 0.00003
	Plomo	mg/l	0.0025	0.0031	0.0084	0.0027	< 0.001	< 0.001	< 0.001	< 0.0002	< 0.0002
	Zinc	mg/l	0.12	< 0.003	0.006	0.015	0.020	0.012	0.008	< 0.01	< 0.01
	DATOS										
Número de parámetros que NO cumplen				1							
Número Total de parámetros a Evaluar				7							
Número de datos que NO cumplen el ECA				3							
Número Total de Datos				56							
F1				0.16							
F2				0.05							
CÁLCULO DE FACTORES F1, F2, F3	Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH									
	Sólidos Suspendedos Totales	mg/l									
	Arsénico	mg/l									
	Cobre	mg/l									
	Mercurio	mg/l									
	Plomo	mg/l		0.24	2.36	0.08					
	Zinc	mg/l									
Sumatoria de los excedentes				0.0479							
F3				4.57							
Valor Subíndice 2				97							
Calificación Subíndice 2				EXCELENTE							

Anexo XVIII. Ubicación de puntos de monitoreo evaluados

