



Universidad César Vallejo

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL

**Análisis espacial de índices de calidad de agua y su influencia en
áreas agrícolas en la cuenca media y baja Camaná 2017 - 2021**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
Ingeniero Ambiental

AUTORES:

Goyzueta Alpaca, Adrian Danilo (ORCID: 0000-0001-6785-5394)

Jimenez Diaz, Delia Liliana (ORCID: 0000-0002-8368-9813)

ASESOR:

MSc. Quijano Pacheco, Wilber Samuel (ORCID: 0000-0001-7889-7928)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Calidad y gestión de los recursos naturales

LIMA — PERÚ

2022

Dedicatoria

Dedicado a todos los seres que se transforman cada día, seres que viven y conviven en este rumbo, con su transformación siguen haciendo y no deshaciendo, en especial a mis seres queridos.

En primer lugar, a Dios por haberme guiado, dado la sabiduría para poder realizar este proyecto; en segundo lugar, a mi familia en especial a mi madre y a mi tía por apoyarme, siempre motivándome de continuar en este largo trabajo y así culminar una meta más en esta vida.

Agradecimientos

Inmensas gracias a MCs.

Wilber Samuel Quijano

Pacheco, a los momentos y los espacios, que nos dan la oportunidad de dar como producto este conocimiento, gracias a las personas y mentes que nos guiaron.

A nuestro asesor MCs. Wilber Samuel Quijano Pacheco, por su compromiso, entrega, enseñanza y apoyo incondicional, por su confianza y consideración para el desarrollo de la presente investigación, sobre todo un agradecimiento especial con la Universidad César Vallejo por darnos esa oportunidad de continuar en esta etapa profesional

También agradecer a mi familia que estuvieron apoyándome en todo momento.

Índice de contenidos

Dedicatoria.....	ii
Agradecimientos	iii
Índice de contenidos.....	iv
Índice de tablas	v
Índice de figuras	vi
Resumen	vii
Abstract	viii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEÓRICO.....	6
III. METODOLOGÍA	18
3.1. Tipo y diseño de investigación	19
3.2. Variables de operacionalización.....	19
3.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos.....	20
3.5.1.Ubicación de la zona de estudio y recopilación de datos	21
3.5.2.Cálculo del ICARHS	23
3.7. Aspectos éticos	26
IV. RESULTADOS.....	27
4.1. Caracterización de la red de monitoreo y zona agrícola de estudio	28
4.2. Determinación de los ICARHS en las estaciones de monitoreo en la UH Medio Camaná, UH Medio Bajo Camaná, UH Bajo Camaná.....	30
4.3. Análisis espacial de ICARHS en áreas agrícolas de la UH Medio Camaná, Medio Bajo Camaná y Bajo Camaná.....	39
V. DISCUSIÓN.....	51
VI. CONCLUSIONES	55
VII. RECOMENDACIONES	57
REFERENCIAS.....	59
ANEXOS.....	1

Índice de tablas

Tabla 1.	Red de monitoreo de la UH Medio Camaná, UH Medio Bajo Camaná, UH Bajo Camaná.	28
Tabla 2.	Caracterización de la zona agrícola en la UH Medio Camaná, UH Medio Bajo Camaná, UH Bajo Camaná.	30
Tabla 3.	Ríos y su clasificación en las UH Medio Camaná, UH Medio Bajo Camaná, UH Bajo Camaná.	31
Tabla 4.	Estudios de calidad de agua disponibles de la cuenca Camaná entre los años 2017 2021.	32
Tabla 5.	Análisis de parámetros que no cumplen los ECA's en el periodo 2017- 2021	33
Tabla 6.	Análisis de datos que no cumplen los ECA's en el periodo 2017- 2021	34
Tabla 7.	Consolidación de datos y resultados de factores e índices de calidad de agua por estación de monitoreo en el periodo 2017 - 2021.	35
Tabla 8.	Clasificación de bocatomas según la calidad de agua captada por ICARHS.	47
Tabla 9.	Clasificación de áreas agrícolas y características del bloque se riego según el tipo de ICARHS irrigado.	49

Índice de figuras

Figura 1.	Procedimiento de la investigación	21
Figura 2.	Ubicación de la zona de estudio, fuente Google Earth.....	22
Figura 3.	Parámetros para evaluar el ICARHS según categoría, fuente ANA 2020.....	23
Figura 4.	Calificación de los ICARHS, Fuente ANA, 2020.....	25
Figura 5.	Ubicación geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad de agua en la cuenca Camaná	29
Figura 6.	Porcentaje de parámetros que no cumple los ECA's en el periodo de estudio.....	33
Figura 7.	Porcentaje de datos que no cumple los ECA's en el periodo de estudio.....	34
Figura 8.	Índices de calidad de agua según la altitud de las estaciones.	36
Figura 9.	Ubicación geográfica del estado de la calidad de agua con ICARHS en la cuenca Camaná	38
Figura 10.	Histograma de distribución de datos ICARHS	39
Figura 11.	Mapa de Voronoi ICARHS.....	40
Figura 12.	Análisis de Tendencia ICARHS	41
Figura 13.	Semivariograma de ICARHS	42
Figura 14.	Datos del Modelo de interpolación Kriging.	43
Figura 15.	Modelo de interpolación de ICARHS en los ríos Colca, Grande, Majes, Camaná.	44
Figura 16.	Distribución de ICARHS en el Río Colca, Río Majes, Río Camaná.....	45
Figura 17.	Análisis de distribución ICARHS y captaciones de agua uso agrícola.....	46
Figura 18.	Distribución de la calidad de agua ICARHS bueno en áreas agrícolas.	49
Figura 19.	Distribución de la calidad de agua ICARHS excelente en áreas agrícolas.	48

Resumen

La presente investigación tiene como objetivo analizar espacialmente los índices de calidad agua y su influencia en áreas agrícolas en la cuenca media y baja Camaná. Es de tipo aplicada, diseño no experimental descriptivo longitudinal. Para determinar la influencia en las áreas agrícolas se realizó la superposición del modelo de interpolación de ICARHS e información shapefile de bloques de riego y captaciones de agua. Como resultado se obtuvo dos tipos de índices de calidad de agua en 7 puntos de monitoreo en las unidades hidrográficas medio Camaná, medio bajo Camaná, bajo Camaná, El ICARHS excelente (95) fueron en las estaciones de monitoreo 134RColc4 y 134RMaje1 y bueno en las estaciones 134RGran1 (89), 134RCama1 (91), 134RCama2 (91), 134RCama3 (90), 134RMaje2 (91), la influencia sobre la áreas agrícolas de un total de 14,853.9 Ha de área agrícola, el 34% se benefició con la captación de agua de calidad excelente y el 66% con la captación de agua de calidad buena entre el periodo 2017 y 2021.

Palabras Clave: Análisis espacial, ICARHS, áreas agrícolas.

Abstract

This research aims to spatially analyze water quality indices and their influence in agricultural areas in the middle and lower Camaná basin. It is of applied type, longitudinal descriptive non-experimental design. To determine the influence on agricultural areas, the interpolation model of ICARHS and shapefile information of irrigation blocks and water catchments were superimposed. As a result, two types of water quality indices were obtained at 7 monitoring points in the Camaná medium, medium low Camaná, and low Camaná hydrographic units. stations 134RGran1 (89), 134RCama1 (91), 134RCama2 (91), 134RCama3 (90), 134RMaje2 (91), the influence on the agricultural areas of a total of 14,853.9 Ha of agricultural area, 34% benefited from the catchment of excellent quality water and 66% with the collection of good quality water between the period 2017 and 2021.

Keywords: Spatial analysis, ICARHS, agricultural areas.

I. INTRODUCCIÓN

El agua es el principal elemento natural que abunda en la tierra y a la vez es parte indispensable de la vida, la calidad es un factor de vital importancia que está relacionado directamente en la conservación de ecosistemas y desarrollo humano. En países de centro y Sudamérica, se analizó que las cuencas se enfrentan a desafíos por el uso del agua dulce, problemas de gestión y disponibilidad baja de recursos hídricos afectan claramente a la sostenibilidad, seguridad alimentaria y resiliencia agrícola (FAO, 2021).

Si bien es cierto, el derecho de uso de agua garantiza de manera formal el beneficio del recurso hídrico reconocido por el estado peruano desde un enfoque de oferta y demanda de agua, más no, desde el punto de vista cualitativo. El uso de agua con fines agrarios se hace de manera directa de la fuente de agua, sin conocer sus condiciones de calidad y sin ningún tratamiento o acondicionamiento para su aprovechamiento. Considerando que el sector agrario cuenta con 480 671 derechos de uso de agua y forma parte del 94.2% de los derechos otorgados vigentes. De la misma manera el área agrícola en el 2018 a nivel nacional asciende a 11, 6 millones de hectáreas, de la cual se benefician de los recursos hídricos entre superficiales y subterráneos. En el 2020, el volumen de agua utilizado para el sector agrario fue de 2,665.94 hectómetros cúbicos entre superficial y subterráneo. (SNIRH, 2021).

La Autoridad Nacional del Agua (ANA), es responsable del sistema de gestión de los recursos hídricos (SNGRH) a nivel nacional, la cual desde el 2010 viene monitoreando aproximadamente dos veces al año las características físicas, químicas y microbiológicas en todas las cuencas a nivel nacional a través de sus 4089 estaciones de monitoreo agrupadas en redes de monitoreo por cada cuenca hidrográfica. Esta información ha ayudado a analizar e identificar directamente las concentraciones de parámetros que determinan un peligro o riesgo para el equilibrio socio ambiental (SNIRH, 2021). Estos datos son analizados de manera técnica por profesionales especializados, considerando que no es de mucha comprensión por personas o profesionales de otras áreas y autoridades.

Los índices de la calidad de agua es una herramienta matemática nos permite entender de manera técnica y sencilla la calidad de los cuerpos de agua desde el enfoque espacial y temporal, gracias a la información histórica y consecutiva que

se viene generando y manejando desde las instituciones responsables de la gestión de calidad de agua (ANA, 2020).

En nuestro país, se ha considerado la utilización de índices de calidad ambiental para el agua en su estado natural y superficial con el fin de comunicar la información especializada de manera clara y sencilla, a su vez, cumple con el objetivo de gestionar eficazmente la política de vigilancia y control de los recursos hídricos a nivel nacional. Sin embargo, se ha avanzado poco en cuando a la determinación de índices en los diferentes cuerpos de agua que fluyen por las cuencas a nivel nacional, más aun, se desconoce la relación directa entre el índice de calidad de agua que se aprovecha para fines agrarios y la cantidad de zona agrícola que se irriga, que de alguna manera se ve influenciada por las características fisicoquímicas y orgánicas, y más adelante en la producción agrícola como en la comercialización de productos (García, 2012).

En la actualidad, el análisis geo estadístico en los fenómenos naturales ha ayudado de manera eficaz la predicción del comportamiento de las variables ambientales. El análisis espacial de los índices de calidad de agua describe la continuidad en el espacio de la calidad de agua que se registra en las estaciones de monitoreo, permitiendo la modelación y utilización de mapas con software como el Arcgis para identificar de manera espacial los problemas que se genera a partir de la actividad antropogénica y fenómenos naturales, (Quintanilla, 2013). Sin embargo, existe un déficit de análisis e información cartográfica que relacione la influencia espacial de los índices de calidad ambiental de recursos hídricos superficiales con el aprovechamiento de este recurso (Wilchez, et al. 2017).

Debido a que el estado de la calidad agua es variable en el tiempo y espacio por las actividades antropogénicas y a su vez influencia en los usos que se le da, especialmente en la productividad agrícola, nos motivó a calcular el índice de calidad de agua con la herramienta guía de la ANA, a su vez, con herramientas geo estadísticas de interpolación y con el software Arcgis se calculó y modelo las áreas o zonas agrícolas bajo riego que se encuentran influenciadas por el tipo de calidad de agua según el cálculo de los índices de calidad de agua en los ríos Majes Camaná Colca, Grande que conforma la cuenca media y baja Camaná.

De esta manera se planteó la siguiente problemática ¿Cómo es el análisis espacial de los índices de calidad de agua y su influencia en áreas agrícolas en la cuenca media y baja Camaná 2017 - 2021?

Los problemas específicos son: ¿Cuáles es la caracterización de la red de monitoreo y la zona agrícola para determinar su influencia en áreas agrícola en la cuenca media y baja Camaná 2017 - 2021? ¿Cuáles son los índices de calidad ambiental de recursos hídricos superficiales para determinar su influencia en áreas agrícolas en la cuenca media y baja Camaná 2017 - 2021? ¿Cómo es el análisis espacial de los índices de calidad ambiental de recursos hídricos superficiales para determinar su influencia en áreas agrícolas en la cuenca media y baja Camaná 2017 - 2021?

La investigación tiene como objetivo general, analizar espacialmente los índices de calidad de agua y su influencia en áreas agrícolas en la cuenca media y baja Camaná 2017 - 2021.

Los objetivos específicos son: Caracterizar la red de monitoreo y zona agrícola para determinar su influencia en áreas agrícolas en la cuenca media y baja Camaná 2017 - 2021. Determinar los índices de calidad ambiental de recursos hídricos superficiales para determinar su influencia en áreas agrícolas en la cuenca media y baja Camaná 2017 - 2021. Analizar espacialmente los índices de calidad ambiental de recursos hídricos superficiales para determinar su influencia en áreas agrícolas en la cuenca media y baja Camaná 2017 - 2021.

Este estudio se justifica teóricamente, la cual permitió conocer la metodología para determinar la influencia espacial entre los índices de calidad ambiental de recursos hídricos superficiales y zonas o áreas agrícolas bajo riego mediante sistemas de información geográfica y herramientas geo estadísticas; se justifica técnicamente, la cual se obtuvo la cantidad de área agrícola influenciada de manera positiva o negativa por el uso de determinados índices de calidad de agua; se justifica ambientalmente, la cual se logró identificar áreas que se encuentran con posible riesgo o beneficio ambiental en la producción agrícola; se justifica económica, ya que se ha podido obtener datos cualitativos acerca del uso de agua en zonas agrícolas por medio de herramientas de carácter económicas y de usos eficiente y

rápido teniendo así como resultado posibles alerta a los sectores productivos agrarios que se benefician con agua de buena o mala calidad a partir de la información disponible y de acceso público, se justifica socialmente considerando que se tiene conocimiento a partir de este estudio, la base para tomar medidas correctivas y de prevención en la gestión de la calidad de agua en la cuenca Camaná.

La hipótesis general del estudio fue el análisis espacial de los índices de calidad de agua determinará su influencia en áreas agrícolas en la cuenca Camaná 2017 – 2021.

Las hipótesis específicas son la caracterización de la red de monitoreo y zona agrícola ayudará a determinar su influencia en áreas agrícolas en la cuenca media y baja Camaná 2017 - 2021. La determinación de los índices de calidad recursos hídricos superficiales ayudará a determinar su influencia en áreas agrícolas en la cuenca media y baja Camaná 2017 - 2021. El análisis espacial de los índices de calidad ambiental de recursos hídricos superficiales para determinará su influencia en áreas agrícolas en la cuenca media y baja Camaná 2017 - 2021.

II. MARCO TEÓRICO

Monge y Gonzales (2021), utilizan el análisis estadístico multivariado con 2 variables microbiológicas y 20 variables físico químicas de calidad de agua de vertimiento en la zona de riego Arenal Tempisque Costa Rica, para así determinar la correlación entre ellos, la dinámica y persistencia, Se realizó el análisis de la información de 12 puntos de muestreo entre los años 2008 y 2018, se calculó la desviación estándar, mediana, máximo valor y promedio, promedio geométrico y desviación estándar geométrica. Se ha correlacionado los puntos de muestreo con contaminación fecal, dureza de agua, salinidad, con el análisis de componentes principales se determinó que el 78.68% del estado de la calidad de agua es producto del vertimiento del DRAT.

Chavez (2015), realizó un estudio para determinar el espacio temporal del río Cazonas cuenca hidrológica de Veracruz, el agua de río es utilizada para fines de consumo humano como agua potable. La evaluación se realizó con la metodología Brown-NFS para el cálculo del índice, se evaluaron 3 puntos de monitoreo, considerando 9 parámetros: temperatura, pH, coliformes fecales, nitratos, oxígeno disuelto, turbiedad, sólidos disueltos totales, fosfatos y demanda bioquímica de oxígeno, en los años de 2013 2014 se concluyó que en ese periodo el río obtuvo un promedio de índice 63.94 considerada de calidad media de acuerdo a lo establecido por la metodología Brown-NFS.

Wu (2017), efectuó un estudio donde se evaluó la calidad de agua en los ríos de la cuenca del lago Taihu, haciendo uso del método de índice de calidad de agua (ICA), esta investigación se llevó a cabo en un periodo de septiembre de 2014 hasta enero de 2016, se realizaron 4 muestreos donde se tomaron 15 parámetros: temperatura, oxígeno disuelto, ph, conductividad, turbidez, índice de permanganato, nitrógeno total, fósforo total, amonio, nitrito, nitrato, calcio, manganeso, cloruro y sulfato. Finalmente, se llegó a la conclusión que el valor del ICA fue de 59,33 “Moderada”, además con los resultados obtenidos permitirá tener una mejor gestión de la calidad del agua.

Wilchez, et al (2017), realizó el estudio para determinar el análisis espacial de índices de calidad de agua en el río Bogotá, utilizando herramientas geo estadísticas, y de predicción como a la interpolación, se utilizó información histórica

de 59 puntos de monitoreo a lo largo del río considerando entre 5 a 6 parámetros ambientales, con ellos se calculó los ICAs, seguido del análisis geo estadístico, como resultado se pudo generar la predicción de ICA y su variación a lo largo del río, generando mapas cartográficos para su visualización, se concluyó que existe zonas de industrialización el índice es medio y bajo, sin embargo también existe zonas donde el agua empieza a autorregularse, de igual forma en cabecera de cuenca el río es de óptima calidad.

Vargas, De La Fuente y Gutierrez (2009) analiza la distribución de la variable precipitación en el periodo 1980 al 2001 de la cuenca río Simpsonk localizada en Aysen Chile, Se utilizó en análisis geoestadístico para describir la distribución de la precipitación, debido a que existen pocas estaciones meteorológicas y variabilidad orográfica, con el modelo digital del terreno (DEM) integrando con procedimiento cokriging. El resultado de este análisis se obtuvo mapas de isoyetas describiendo las características del relieve y desarrollo de los sistemas climáticos en la zona sur de Chile.

Quino, Quintanilla (2013), en el estudio se evalúa la calidad de agua en el lago Poopó – Uru Uru Bolivia, mediante la determinación de índices de calidad de agua según la metodología CAMINAR con los datos de 19 parámetros de medición de calidad entre los años 2001 y 2009 recolectados por diferentes instituciones, para la visualización de la variación de los índices a lo largo del río se utilizó herramientas de interpolación en sistemas de información geográfica, en los resultados se observa que en la zonas donde se desarrolla agricultura el índice de calidad es alto, en cambio en los sectores de producción minera el índice es bajo.

Carrillo y Urgiles (2016), los autores realizaron un estudio para determinar índices de calidad de agua de los ríos Pindilig y Mazar con el objetivo de tener una mejor información de la calidad del río en 5 puntos de monitoreo, por ello se aplicó metodología estadounidense ICA-NSF; la cual evalúa 9 parámetros: ph, oxíturbiedad, demanda bioquímica de oxígeno, temperatura, nitratos, fosfatos, geno disuelto, sólidos disueltos totales y coliformes fecales, esta información de obtuvo en el periodo de Mayo a Noviembre del 2015. Finalmente, los resultados obtenidos arrojaron índices de buena calidad y mediana calidad en tres puntos de

monitoreo en el mes de junio, se concluyó que la determinación de índices permitió a la empresa CELEP EP- HIDROPAUTE pueda tomar decisiones en la gestión de estas subcuencas hidrográficas.

Quiroz, Izquierdo y Menéndez (2017), realizó la siguiente investigación el cual permite evaluar la calidad de agua con la determinación de ICA's en el río Portoviejo en la ciudad de Manabí Ecuador, se tomó información de 4 estaciones de monitoreo a lo largo del río, se aplicó la metodología de la NSF para el cálculo del índice. Finalmente determinó índices de calidad de agua media y mala de acuerdo al recorrido del río, se concluye que los índices disminuyen a medida que el río recorre su trayectoria, además se determinó que la principal causa de la contaminación es producto del vertimiento de aguas residuales debió a la alta concentración de coliformes.

Caho y López (2017), realizó la investigación con el objetivo de analizar espacialmente y temporalmente la calidad de agua sector Guaymaral empleando dos metodologías WQI y CWQI, a través de la metodología UWQI y CWQI entre el periodo agosto 2015 y abril 2016, se procesó información de cuatro puntos de monitoreo, los resultados de arrojaron índices regulares para la metodología UWQI y malos para CWQI, se concluyó que la metodología UWQI es la más eficiente para evaluar la calidad de agua pues permite que se tome decisiones para estudios de espaciotemporal.

Jimenez y Llico, (2020), se evaluó la calidad de agua del río Muyoc con la metodología ICA-PE en tres puntos de monitoreo categorizados para fines de riego de vegetales y bebida de animales, como resultados se obtuvieron que en el primer monitoreo los cloruros sobrepasan el ECA establecido, sin embargo en el segundo monitoreo ningún parámetro sobrepasa los valores del ECA, en conclusión se determinó que en época de estiaje el índice de calidad es buena y en época de avenida el índice es excelente.

Hilario y Mamani, (2021), los autores tienen como objetivo calcular el índice de calidad de agua en el río Escalera en el sector de Huachocolpa con metodología ICA-PE, para realizar la investigación se tomó información de los puntos de

monitoreo REsca1 y REesca2, se analizó los resultados con la recolección de datos en fichas de los monitoreo de calidad de agua y métodos matemáticos, como resultados se obtuvieron concentraciones de cadmio, hierro, manganeso, cobre, zinc y plomo la cuales superan los estándares de calidad ambiental, se concluyó que el ICA para el año 2015-2018 tiene una calidad de buena a regular respectivamente.

Arcos (2015), determina un modelo espacial de la distribución características de la calidad de agua y contaminantes utilizando el modelo kriging en la zona de quebrada Ortega Canton Quito, para ello se utilizó la información recolectada en 10 puntos de muestreo la cual se calculó dos índices de calidad de agua IQA y ISCA, con ellos se realizó los procedimientos geoestadística de interpolación determinístico. Se dio como resultado la comparación del análisis estadístico de los dos índices de calidad de agua, acercándose más a la realidad la interpolación Moving Average con el 85% de validación para IQA.

Flores y Vela, (2021), los autores realizaron esta investigación para calcular el subíndice para determinar el índice de calidad ambiental de recursos hídricos de la unidad hidrográfica bajo Marañon, la metodología aplicada fue ICARHS, se determinaron 7 puntos de muestreo para el estudio, los resultados obtenidos para los puntos QCSpt1, QZara1 y RMara23 con un subíndice 1 de mala calidad y de buena calidad para los puntos RMara20, RMara22, regula para el punto RMara24, y bueno para RMara21; los resultados en el subíndice 2 fueron bueno para los puntos QCSpt1, RMara20, RMara21, RMara22, RMara23 y RMara24, y excelente para QZara1, se llegó a la conclusión la presencia de índice malo y regular es de mayor porcentaje con 42.86% cada uno en la unidad hidrográfica y solamente un 14.29% bueno, esto se debe a la presencia de Oxígeno Disuelto, coliformes termo tolerantes, fósforo total y sólidos suspendidos que exceden el estándar de calidad ambiental.

Garcia, (2004), Utilizó la geoestadística como una herramienta para analizar variables de distribución espacial en las ciencias ambientales con información de muestras, para la aplicación de esta técnica utilizó procedimientos conocido como interpolación de Kriging, con ellos se pudo elaborar modelos y mapas de

distribución de las variables ambientales como la plaga *Helicoverpa armigera*. Como resultado del análisis exploratorio se realizó transformación logarítmica de datos para obtener mayor normalidad en los datos, en la fase estructural de datos se construyeron los variogramas omnidireccionales los cuales se ajustaron al modelo teórico,

García, S, Sossa E. (2020), tiene como objetivo proponer un modelo espacio temporal para determinar índices de calidad de agua bajo la metodología IDEAM aplicado en la quebrada Peñitas del municipio de Segovia Antioquia, Colombia. Se utilizó metodológicamente la interpolación espacial, comparando la geoestadística de cada uno de los interpoladores IDW y Kriging. La muestra de evaluación se determinó desde el nacimiento del cuerpo de agua quebrada Peñitas hasta antes de la confluencia con la quebrada Guanará en cuatro puntos de monitoreo en el 2017 y seis puntos en el año 2019. Se concluyó que los índices de calidad de agua en el 2017 son de nivel regular en todos los puntos y para el 2019 de los seis uno es aceptable y los demás regular, se contrastó y validó las interpolaciones IDW y Kriging.

Pardo (2018) en su estudio tiene como objetivo elaborar un mapa de representación de índices de calidad de agua con el método de interpolación en el humedal Jaboque. La investigación siendo de carácter no experimental, siguiendo la metodología en tres fases; Homogeneización de los datos, cálculo del ICA, y la utilización del método geo estadístico Kriging para la estimación de ICA en el cuerpo de agua, esta última fase se siguió con el análisis de exploración de datos, análisis estructural y la predicción, se utilizaron datos de las concentraciones de la calidad de agua. La muestra está definida en el humedal Jaboque en Bogotá, entre los años 2009 y 2017. Se concluye que la exploración de datos es importante para la comprensión de las características estadísticas de los datos. El método geo estadístico mejora la gestión de los recursos hídricos con la cuantificación del estado de la calidad del cuerpo de agua.

Delgado (2019), elaboró un diagnóstico de los efluentes líquidos y calidad de agua en el río Colca, determinando índices de calidad como un plan de gestión. Se identificaron las fuentes contaminantes y se recopiló información de estudios de

calidad de agua de la zona. Se identificaron 125 fuentes contaminantes, 11 parámetros superan los estándares de calidad de agua, el índice de calidad de agua es de nivel buena en 6 puntos de monitoreo y regular en 2 puntos de la red de monitoreo a lo largo del río Colca, se concluye con la presentación de la propuesta solución de 4 programas integrando actores sociales de esta zona con la finalidad de mitigar el impacto de los efluentes contaminantes con referencia a los índices de calidad de agua.

En los siguientes párrafos se define las teorías relacionadas a la investigación.

El índice de calidad del agua es una herramienta de gestión que indica un valor numérico que caracteriza la calidad del agua de la escorrentía superficial en una de cinco categorías sobre la base de mediciones obtenidas de un conjunto de cinco o seis variables registradas en la estación de monitoreo en un determinado tiempo (IDEAM).

Los índices de calidad de agua (ICA's) son indicadores de comunicación básica esencial porque simplemente pueden ayudar a transmitir información acerca de la calidad del agua a las autoridades y al público no especializado en el tema. Además se logra identificar y comparar las condiciones de calidad del agua y las posibles tendencias en el espacio y el tiempo con la ayuda de herramientas geoespaciales como la red de monitoreo y estándares de calidad de agua. Calificar la calidad del agua en una escala de 0 a 100, donde 0 (cero) es mala calidad y 100 es excelente es uno de los fines de los ICA's (ANA, 2018)

La Autoridad Nacional del Agua (ANA) es el ente rector, máxima autoridad técnico-normativa del Sistema Nacional de Gestión de Recursos Hídricos y gestor de la herramienta ICARS, la cual define como un instrumento matemático que integra las variables y parámetros de calidad de agua, la cual su análisis permite transformar datos de concentración en un valor que califica el estado de la calidad de los recursos hídricos en un espacio geográfico. (ANA, 2020),

En el Perú los estándares de calidad ambiental (ECA's) y límites máximos permisibles (LMP's) son herramientas de gestión ambiental que incluyen indicadores y obligaciones para regular y proteger la salud pública y la calidad del

medio ambiente en el que vivimos, permite a los reguladores ambientales establecer el control, seguimiento y seguimiento de los efectos de las actividades humanas (MINAM, 2010).

El ECA en agua es una medida para determinar el nivel de concentración de un elemento o sustancia que está presente en el agua de acuerdo a la categoría o fines óptimos del cuerpo de agua, que al ser superado presenta un peligro para la salud o el medio ambiente. (MINAM, 2005)

El cuerpo de agua en todo el territorio nacional está clasificado según las demandas de la zona, La categoría de cuerpo de agua es una herramienta técnica en base a los principales usos, demandas y estándares de calidad de agua siguiendo principios de acceso al agua, sostenibilidad, protección, legalidad y uniformidad.

La clasificación de cuerpos naturales de agua superficial se determina por categorías siendo la categoría 1: Poblacional y recreacional, categoría 3: Destinado para riego de vegetales y bebida de animales, se subcategoriza en D1 (Riego de Vegetales) y D2 (Bebida de animales) y categoría 4: Conservación del ambiente acuático.

Para evaluar estándares de calidad de agua y por consiguiente determinar los índices de calidad de agua, es necesario identificar el estado de la calidad de agua en un determinado lugar y momento, para ello se requiere saber lo que se va a medir, en este caso se necesita información histórica de diferentes parámetros como:

Demanda química de oxígeno (DQO): Cantidad de oxígeno para degradar los elementos orgánicos en el agua. Medida cuantitativa del nivel de contaminación por materia orgánica (MITCHELL, 1991, LOAIZA, 2009, DELGADO, 2019).

Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅): Cantidad de oxígeno que requieren los microorganismos para mantener su actividad vital y degradable en el agua (VELARDE, 2016).

Oxígeno disuelto: es uno de los parámetros más relevantes que muestra la cantidad

de oxígeno gaseoso en el agua. La cantidad aumenta al disminuir la temperatura y la salinidad. Se considera un indicador de las condiciones de vida en el agua (MITCHELL, 1991, LOAIZA, 2009, DELGADO, 2019).

Coliformes termotolerantes: Son bacterias que se encuentran presentes en aguas negras, propios de tracto intestinal de vertebrados. Determina la cantidad de contaminación con materia fecal en el agua (MITCHELL, 1991, LOAIZA, 2009, DELGADO, 2019).

Potencial de hidrógeno (PH): Mide la concentración de iones de hidrogeno la cual indica el nivel de acidez o basicidad de una sustancia (VELARDE, 2016).

Arsénico: Elemento semimetálico tóxicos, presente en los procesos industriales y vertimiento de agua (VELARDE, 2016)

Aluminio: Metal ligero y resistente a la oxidación más abundante en la corteza terrestre (Delhaize & Ryan, 1995). No es perjudicial en baja escala. Presente en la industria de la construcción (ALARCÓN, 2019).

Cadmio: Metal altamente tóxico, bioacumulable, presentes en los procesos de refinado de minerales, en seres vivos ocasiona daños al hígado, nervios, presión sanguínea (VELARDE, 2016).

Plomo: Metal gris, mal conductor de electricidad, está presente principalmente en pinturas y en altas concentraciones la cual impiden el desarrollo celular (VELARDE, 2016).

Cobre: Es un metal rojizo dúctil, efecto contrario en el crecimiento de las raíces de las plantas, presente en la industria energética, mal trasportador de oxígeno (VELARDE, 2016).

El Sistema de Información Geográfica (SIG) desarrolla de manera integral y estructurada mediante hardware, software, los datos geográficos y categóricos con el fin de almacenar, analizar, modelar, manejar y representar, para tratar problemas complejos de planificación y gestión de territorio (Perez, 2011). El SIG es una herramienta de carácter computarizado que analiza y gestiona modelando la

información georreferenciada caracterizada por un componente espacial y otro temporal (Miguel, 2020). Es sensible de gestionar información de manera holística en varios campos, reflejando las características de la realidad con el relacionamiento de la información específica adecuada (Meza, 2010).

Los sistemas de información geográfica se materializan con la utilización de software. El ArcGis es un conjunto de herramientas digitales de software con una interfaz gráfica que facilita la carga de datos geoespaciales tabulares en mapas temáticos, tablas de datos tabulares y gráficos, proporciona herramientas para ver y estudiar datos de representación en un mapa de calidad de presentación. Algunos ejemplos de lo que se puede lograr son la planificación de temas, la generación y edición de datos, el análisis espacial, la codificación de direcciones y más. ArcGIS consta de tres aplicaciones integradas en ArcInfo, ArcEditor y ArcView(Orduña, 2007).

El espacio geográfico es el eje de estudios espaciales aplicados a varias disciplinas desde un enfoque de la realidad, dentro de estas prácticas, el análisis espacial se presenta como un método, partiendo desde la base empírica y llega hasta tener como respuesta la modelación y representación de conocimientos.

La distribución de agua superficial para riego en un área agrícola se define como bloque de riego o sector de riego. El bloque de riego es la unidad de área que demanda de uso de agua para riego conformadas por varios predios agrícolas que tienen en común una fuente natural de agua, un punto de captación y una infraestructura de distribución (INRENA, 2007)

El análisis espacial se define como una técnica de la ciencia aplicada con procedimientos matemáticos y estadísticas sobre datos de carácter geográfico. (Buzai y Baxendale, 2010). Esta herramienta acorta los procedimientos y agudiza la predicción de las variables con componentes espaciales. Para la generación de conocimientos de carácter geográfico basado en los sistemas de información geográfica, es importante la conceptualización de sus elementos.

La localización se define como la idea de que todas las entidades tienen atributos

asociados como la ubicación exacta geoespacial. Esta situación se puede ver de dos formas adicionales. El espacio absoluto corresponde a una posición definida y constante, espacio relativo corresponde a un sitio en particular y difiere con respecto a otros sitios que se pueden crear vínculos laborales. La ubicación está indicada por el sistema de coordenadas geográficas y no cambia con el tiempo la cual los valores se determinarán a partir de él (Buzai y Baxendale, 2010).

La distribución espacial se define como el conjunto elementos del mismo tipo que se distribuyen de una determinada modelo en un espacio geográfico. La distribución espacial es un concepto central de la geografía, que brinda la capacidad de analizar las diferencias espaciales primarias basadas en variables individuales en el área de estudio (Buzai y Baxendale, 2010).

La asociación espacial es la relación de correspondencia entre las distribuciones espaciales o zonas individuales de una variable homogénea. La superposición es un procedimiento de asociación espacial donde una cantidad de distribuciones espaciales lógicas de áreas homogéneas forman combinación de variables en forma de mosaicos (Fuenzalida, 2015). Se consideran regiones espaciales constituidas por una variable y se determina la semejanza espacial definiendo áreas con base en la combinación de variables. Con la tecnología SIG se opera cada región sistemática con capas temáticas o también llamados layer, representado la relación de variables de un nivel cualitativo (Humacata, 2014)

El concepto de interacción espacial considera la estructuración de un espacio relacional bajo los elementos de localización, distancia y vínculo. Los estudios que abordan el análisis de la interacción espacial apuntan a medir la interacción entre poblaciones y accesibilidad espacial (ideal y real) y los estudios del potencial de población (Fuenzalida, 2015).

La evaluación espacial se define como la integración de la variable tiempo y su relación con los fenómenos reales en los espacios geográficos, dando como producto cambios (Fuenzalida, 2015).

La geoestadística es una herramienta matemática que analiza y modela la

variabilidad espacial de parámetros y variables ambiental, predice los fenómenos en un determinado espacio y tiempo, lleva consigo procesos ordenados como el análisis exploratorio de datos donde se no permite conocer el comportamiento de la muestra, análisis estructural se encarga de estimar y modelar la función que más se acerque al fenómeno y el modelado es la estimación lineal insesgado del parámetro desconocido en el espacio.

La interpolación se define como un proceso de predicción de valores en espacios donde no se tiene información conociendo los valores en dos o más estaciones de registro de datos. Estas se basan en el cálculo estadístico de parámetros de mejor precisión en superficies o mosaicos permitiendo observar el comportamiento de la variable (Melo, 2012). Existen interpolaciones determinísticas y geoestadísticas de acuerdo a su procedimiento, los determinísticos se basan en mediciones fijas con procedimientos matemáticos, los geoestadísticos se calculan con procesos estadísticos para estimaciones de parámetros con resultado mejor detallados en superficies (Chirinos y Mallqui, 2016)

El proceso de interpolación de Kriging es parte de los métodos estadísticos de inferencia espacial que permite calcular valores de variables en espacios sin valores muestreados utilizando la información muestreada. La interpolación de Kriging muestra los resultados de predicción más detallados en superficies finales. Este método relaciona la distancia entre un determinado número de puntos en un radio específico para determinar los valores en la superficie (VELÁZQUEZ, 2017)

III.METODOLOGÍA

3.1. Tipo y diseño de investigación

La investigación que se sigue es de tipo aplicada. La investigación aplicada se caracteriza por utilizar el conocimiento de la investigación básica con el propósito de resolver o mejorar procesos, servicios y realidades donde será intervenida, mejorada o transformada (Lozada, 2014).

El diseño de la investigación no experimental descriptivo longitudinal. Hernández, Fernández, Baptista (2014) define la investigación no experimental como el estudio donde no se interviene o manipula intencionalmente la variable independiente y ver su efecto sobre otras variables. (p.152). Así mismo, Hernández et al. (2014) define la clasificación de la investigación descriptivo longitudinal como el estudio que obtiene datos en diferentes momentos para hacer inferencias acerca del problema y su evolución.

3.2. Variables de operacionalización

3.2.1. Variable independiente

Análisis espacial de índices de calidad agua.

3.2.2. Variable dependiente

Influencia en áreas agrícolas en la cuenca medio Camaná, medio bajo Camaná, bajo Camaná

3.3. Población, muestra y muestreo de estudio

Población.

La población de la investigación comprende los estudios de calidad de agua superficial de recursos hídricos realizados en las unidades hidrográficas media Camaná, media baja Camaná y baja Camaná

Muestra.

La muestra está determinada por datos de 17 parámetros de calidad de agua en 7 estaciones de monitoreo medidos en las unidades hidrográficas medio Camaná, medio bajo Camaná y bajo Camaná entre los años 2017 y 2021 tomados en temporada de avenida y estiaje.

Muestreo.

El muestreo de la investigación es obtenido por los resultados de los estudios de la calidad de agua superficial en la cuenca Camaná de los ríos Colca, Majes, Camaná y Grande. Estos estudios han sido realizados por la Autoridad Nacional del Agua en su sede de Camaná denominada Autoridad Local de Agua Camaná Majes, cumpliendo con los objetivos institucionales de control y vigilancia de los recursos hídricos. Se tiene datos de las concentraciones medidas en dos épocas de año (estiaje y avenida). En los datos encontrados se puede ver que en el año 2019 se tiene datos disponibles de las dos épocas.

Unidad de análisis

Son todos los datos de los estudios de monitoreo de calidad de agua superficial en las unidades hidrográficas medio Camaná, medio bajo Camaná y bajo Camaná.

3.4. Técnicas e instrumento de recolección de datos

Para los fines de investigación se ha utilizado la técnica de observación indirecta de la calidad de agua y directa de los informes y estudios de calidad de agua de la cuenca Camaná que existen. Pimienta y De la Orden (2017) describe la técnica e instrumento de investigación como procedimientos acertados que utiliza herramientas adecuadas para recabar sistemáticamente información para los fines investigativos.

Los instrumentos de recolección se han diseñado según la operacionalización de la investigación que han sido validados por profesionales. El instrumento 1: Caracterización de la zona se encuentra en el Anexo 15, el instrumento 2: Datos para determinar ICARHS se encuentra en el Anexo 16, el instrumento 3: Análisis

especial de ICARHS se encuentra en el Anexo 17, sus validaciones con los profesionales especializados se muestran en el Anexo 18.

3.5. Procedimientos

La presente investigación sigue los procedimientos de acuerdo a la Figura 1.

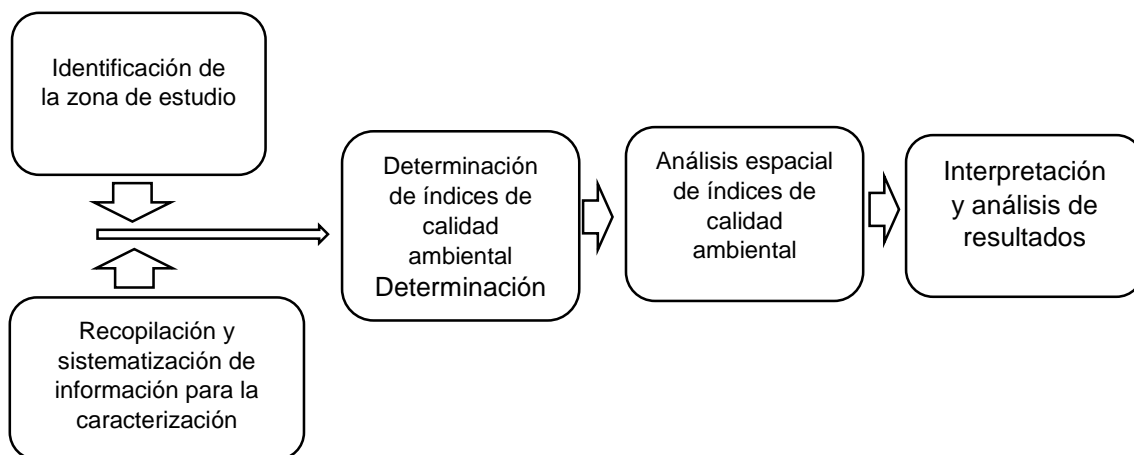


Figura 1. Procedimiento de la investigación

3.5.1. Ubicación de la zona de estudio y recopilación de datos

Para identificar la zona de estudio se procedió a recopilar información en formato pdf y shapefile de las unidades hidrográficas del Perú y sus diferentes delimitaciones, identificando la delimitación y codificación de la cuenca Camaná, sus respectivas subcuencas y ríos principales, de la misma manera se identifica geográficamente las unidades hidrográficas media, media baja y baja Camaná.

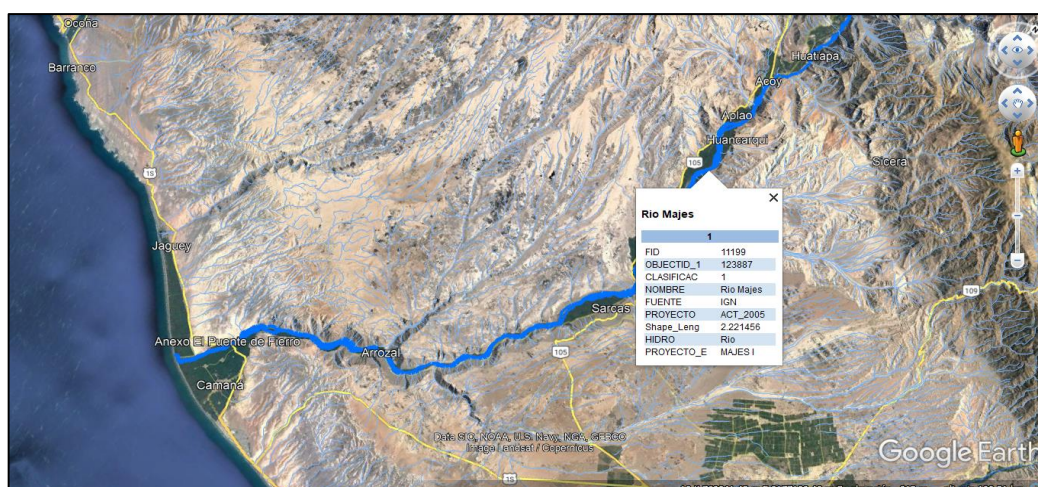


Figura 2. *Ubicación de la zona de estudio, fuente Google Earth*

En la Figura 2 se muestra la cuenca Camaná con las unidades hidrográficas Medio Camaná, Medio Bajo Camaná y Bajo Camaná perteneciente a la vertiente hidrográfica del pacífico, tiene una demarcación hidrográfica de Latitud Sur 16°30´-16°40´, Longitud Oeste 70°30´-72°45´, Latitud Sur 14°40´-16°46´ y Longitud Oeste 71°00´-72°14´. Comprende la zona agrícola de Camaná y Majes irrigados por la infraestructura hidráulica que capta las aguas de los ríos Camaná, Majes, curso final de los ríos Colca y Grande. Políticamente está ubicada en el departamento de Arequipa Provincia de Camaná y Majes.

Para la caracterización de la zona de estudio se recopiló información mediante solicitud de información pública a la Autoridad Local de Agua Camaná acerca de la delimitación de las unidades hidrográficas, cartografía hidrográfica de la cuenca, informes de calidad de agua en el periodo de tiempo 2017 – 2021, unidades de distribución de riego agrícola, volumen uso de agua por unidad de distribución de riego y área bajo riego con agua de fuente superficial de la zona de estudio, todo ellos en información en formatos pdf y shapefiles. De esta forma se sistematizó la información en la ficha de caracterización (Anexo N°1), obteniendo información acerca de uso del recurso hídrico para fines agrarios.

Para proceder con el cálculo de índices de calidad agua se utilizó información de los estudios de calidad de agua superficial disponibles de los años 2017 al 2021 de la cuenca Camaná solicitada a la Autoridad Local de Agua Camaná. Obtenido y sistematizados los datos se procedió a utilizar la metodología ICARHS aprobada por la Autoridad Nacional de Agua y el Ministerio de desarrollo agrario y riego para determinar índices de calidad de agua. Para el cálculo se elaboró un cuadro Excel donde se sistematizó las concentraciones para cada parámetro medido, clasificado por estación de monitoreo en el periodo de estiaje, avenida y año, se procedió a analizar los parámetros que sobrepasan los ECA's para la categoría 3 riego de vegetales y bebida de animales y se calculó el alcance, frecuencia y amplitud y luego obtener los valores ICARHS para cada punto de monitoreo.

(ANA, 2020), la metodología ICARHS especifica veinte parámetros, los cuales

puede ser de carácter orgánica y físico-químico, en función de la categoría del cuerpo de agua a evaluar. La siguiente figura 02 muestra los parámetros que se consideran para evaluar los ICARHS

	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	X
	Coliformes termotolerantes	X	X	X
	Fósforo total	X		X
	Amoniaco - N	X		
	Nitratos (NO ³⁻)			X
	Hidrocarburos totales de petróleo 4/			X
Físico-químico Metal	Potencial de hidrógeno (pH)	X	X	X
	Arsénico	X	X	X
	Aluminio	X	X	
	Manganeso	X	X	
	Hierro	X	X	
	Cadmio	X	X	
	Plomo	X	X	X
	Boro 5/	X	X	
	Cobre		X	X
	Mercurio			X
	Zinc			X
	Sólidos suspendidos totales			X

Figura 3. Parámetros para evaluar el ICARHS según categoría, fuente ANA 2020

3.5.2. Cálculo del ICARHS

Se desarrolla mediante 3 fórmulas.

Alcance (F1): Cantidad de parámetros que exceden los valores establecidos en el ECA para agua respecto al total de parámetros evaluados.

Fórmula 1:

$$F1 = \frac{\text{Nº de parámetros que no cumplen los ECA Agua}}{\text{Nº total de parámetros a evaluar}}$$

Frecuencia (F2): Es la cantidad de datos que exceden el ECA para agua respecto

al total de datos de los parámetros evaluados en 4 periodos de monitoreo.

Fórmula 2:

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

Amplitud (F3): Medida que existe en la variación respecto a los datos, se representa con la suma de excedentes, respecto al número de datos.

Fórmula 3:

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

El cálculo de la suma normalizada de excedentes se utiliza la siguiente:

Formula 4:

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

Para hallar el excedente se utiliza la siguiente:

Formula 5:

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

Después de haber hallado todos los datos con las fórmulas mencionadas (F1, F2 y F3) se procede aplicar la fórmula propuesta por la ANA para determinar el ICARHS.

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

Una vez obtenido el resultado del ICARHS, el número hallado se representa en una escala de 0 a 100 el cual se determina en cinco rangos de Malo, Pésimo, Regular, Bueno y Excelente, se detalla la siguiente figura 3:

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

Figura 4. Calificación de los ICARHS, Fuente ANA, 2020.

3.5.3. Análisis espacial de ICARHS

Obtenido los ICARHS se procedió a determinar la distribución de espacial de índice sobre el curso del agua de los ríos Colca, Majes, Grande, Camaná con procedimientos geo estadísticos de interpolación. Se utilizó el método de interpolación probabilístico de Kriging en el software Arcgis y se modelo la distribución de índice sobre la cuenca.

Para determinar la influencia espacial de los ICARHS en áreas agrícolas que son irrigadas con los diferentes tipos de agua con respecto a la interpolación de ICARHS, se procedió a superponer capas de bloques de riego e infraestructura de captación en formato shapefiles en el software Arcgis proporcionadas por la ALA Camaná con la capa de modelación de interpolación de ICARHS.

El resultado obtenido del análisis espacial se procedió a realizar la interpretación de los resultados sistematizándolos en tablas, figuras y mapas cartográficos con sus respectivas descripciones.

3.6. Métodos de análisis de datos

De los resultados obtenidos de la caracterización de la zona agrícola se sistematizó en hojas cálculo Excel para obtener valores totales y la información geográfica se ubicó la zona de estudio con la herramienta observatorio virtual de la ANA de Sistema Nacional de Información de Recursos Hídricos (SNIRH).

En el desarrollo del análisis espacial de los índices de calidad de agua se ha analizado los datos de la muestra o ICARHS con semivariograma y análisis de tendencia necesarios para el cálculo de la interpolación de Kriging en toda la superficie de corriente de agua en el software de Arcgis. Del resultado de los índices de calidad de agua se realizó el análisis comparativo entre las diferentes estaciones de monitoreo y su ubicación geográfica, esto dado mediante gráficos y mapas de ubicación.

De los datos obtenidos de la caracterización de la zona con información shapefile y los índices de calidad de agua, se usó el programa Arcgis para determinar las zonas agrícolas influenciadas por un determinado índice. Con el resultado se analizó estadísticamente con la herramienta Excel relacionando las áreas agrícolas, los índices y el volumen de agua demandado, con mapas y gráficos.

3.7. Aspectos éticos

Este estudio se realizó con la convicción ética de la responsabilidad y respeto a la veracidad del documento obtenido bajo solicitud de información pública a las instituciones correspondientes, la originalidad del trabajo esta supervisado bajo la plataforma turniting, las referencias bibliográficas con respeto a la propiedad intelectual.

La investigación realizada aporta al cuidado y gestión del medio ambiental, como al conocimiento de los recursos hídricos en nuestro país.

IV.RESULTADOS

4.1. Caracterización de la red de monitoreo y zona agrícola de estudio

4.1.1. Red de monitoreo

En las unidades hidrográficas medio Camaná, medio bajo Camaná y bajo Camaná, se han establecido como puntos de monitoreo de acuerdo a los criterios y elaboración por parte de la Autoridad Nacional del Agua que se muestra en la siguiente tabla 1.

Tabla 1. Red de monitoreo de la UH Medio Camaná, UH Medio Bajo Camaná, UH Bajo Camaná.

UNIDAD HIDROGRAFICA	CODIGO DE PUNTO DE MONITOREO	DESCRIPCIÓN	COORDENADAS UTM (WGS-84)		ALTITUD m.s.n.m.
			Este	Norte	
Medio Camaná	134RColc4	Río Colca, antes de la confluencia con el río Capiza	773 841	8 246 195	897
Medio Bajo Camaná	134RGran1	Río Grande, altura del puente Huarío.	762 216	8 238 798	1 779
	134RMaje1	Río Majes, altura del puente Huancarqui	769 374	8 220 779	608
	134RMaje2	Río Majes, altura del puente Punta Colorada	772 336	8 198 900	368
Bajo Camaná	134RCama1	Río Camaná, altura Bocatoma El Brazo	745 348	8 169 601	74
	134RCama2	Río Camaná, sector Montes Nuevos antes del ingreso al mar	738 970	8 160 302	3
	134RCama3	Río Camaná, antes de captación poblacional sector Pillistay	762 321	8 178 133	201

En la Tabla 1 se muestra la caracterización de la red de monitoreo, conteniendo 7 estaciones de monitoreo representados con su respectivo código de la estación. En la UH Medio Camaná se encuentra la estación de monitoreo 134RColc4, de la UH Medio bajo Camaná se encuentra 134RGran1, 134RMaje1, 134RMaje2 y de la UH Bajo Camaná se encuentra 134RCama1, 134RCama2, 134RCama3, de acuerdo con las coordenadas UTM WGS-84, altitud y la descripción de referencia.



Figura 5. Ubicación geográfica de las estaciones de monitoreo de calidad de agua en la cuenca Camaná

En la Figura 5 se muestra la ubicación de la cuenca Camaná, dentro de ella se ubica las estaciones de monitoreo que se evalúa para de estudio, conjuntamente se grafica los ríos que donde se hicieron los estudios de monitoreo de calidad de agua.

4.1.2. Zona agrícola

Los bloques de riego establecidos en la zona se han desarrollado por las características ambientales de la zona y disponibilidad de agua para la producción agrícola, luego de implementar la infraestructura y gestión de los recursos hídricos necesarios para su objetivo. Los bloques de riego que hacen uso del recurso hídrico identificados en la base de datos en el sistema MIDARH de la ANA, están formalizados con licencia de uso de agua, la cual garantiza el derecho, el uso y oferta de agua para estas áreas de producción, las cuales se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 2. Caracterización de la zona agrícola en la UH Medio Camaná, UH Medio Bajo Camaná, UH Bajo Camaná.

Unidad Hidrográfica	Fuente De Agua	Organización De Usuarios		Bloque De Riego	Volumen Otorgado De Agua M3/año	Área Agrícola	
		Junta	Comisión o Comité			AREA BAJO RIEGO	AREA TOTAL
						hectáreas	hectáreas
UH Medio Camaná	Río Majes	Junta de Usuarios Valle de Majes	16	46	336906741	6919.4027	7179.0285
UH Medio Bajo Camaná							
UH Bajo Camaná	Río Camaná	Junta de Usuarios Camaná	17	47	273972414	5704.6117	7729.0962
Total	2	2	33	93	610879155	12624.0144	14908.1247

Con la Tabla 2 se caracteriza la zona agrícola en base al registro de administración de recursos hídricos de la Autoridad Nacional del Agua, se identifica un total de 14,908.12 ha de área agrícola, 610,879,155 m³/año de volumen de agua otorgado para el uso agrícola en estas áreas de las unidades hidrográficas Medio Camaná, Medio Bajo Camaná y Bajo Camaná, la área agrícola es administrada por 2 organizaciones de usuarios denominadas como Juntas de Usuarios, de la cual existen la sub organización de 33 Comisiones de usuarios y Comites. Las áreas agrícolas se distribuyen en 93 bloques de riego.

4.2. Determinación de los ICARHS en las estaciones de monitoreo en la UH Medio Camaná, UH Medio Bajo Camaná, UH Bajo Camaná.

4.2.1. Clasificación del cuerpo de agua

Los cuerpos de agua o ríos se han clasificado de acuerdo a las categorías para cuerpos loticos según las actividades y estándares de calidad ambiental para agua, la cual se aprecia en la Tabla 3.

Tabla 3. Ríos y su clasificación en las UH Medio Camaná, UH Medio Bajo Camaná, UH Bajo Camaná.

UNIDAD HIDROGRAFICA	CODIGO DE PUNTO DE MONITOREO	CODIGO DE CURSO	CUERPO DE AGUA	CATEGORÍA	LONGITUD
					km
Medio Camaná	134RColc4	13451	Río Colca	CATEGORÍA 3	13.11
Medio Bajo Camaná	134RGran1	13436	Río Grande (Quebrada Huario)		33.32
	134RMaje1	13433	Río Majes		23.89
	134RMaje2	13435			5.85
Bajo Camaná	134RCama1	13411	Río Camaná		18.04
		13413			9.29
	134RCama2	13415			2.84
		13417			13.11
	134RCama3	13419			1.68
		13431			7.81
Total	7	11	4	1	162.05

De la Tabla 3 se puede identificar las categorías que han sido clasificados los cuerpos de agua en donde se ha establecido la red de monitoreo de la zona de estudio. Se aprecia los ríos Colca, Majes y Camaná con sus respectivos códigos de curso, todos estos ríos han sido clasificados con categoría 3, riego de vegetales y bebida de animales, se aprecia a la vez las diferentes longitudes para cada curso de agua.

4.2.2. Historial de monitoreo de calidad de agua en el periodo 2017 al 2021

Según la guía para determinar los ICARHS se recomienda utilizar datos de mínimo 4 estudios de calidad de agua para una estación de monitoreo, en la Tabla 4 se presenta los estudios de monitoreo disponibles en la cuenca Camaná en el periodo 2017 al 2021

Tabla 4. Estudios de calidad de agua disponibles de la cuenca Camaná entre los años 2017 2021.

UNIDAD HIDROGRAFICA	CODIGO DE PUNTO DE MONITOREO	EPOCA	2017	2018	2019	2020	2021
Medio Camaná	134RColc4	Avenida	No	Si	Si	Si	Si
		Estiaje	Si	No	Si	No	No
Medio Bajo Camaná	134RGran1	Avenida	No	Si	Si	Si	Si
		Estiaje	Si	No	Si	No	No
	134RMaje1	Avenida	No	Si	Si	Si	Si
		Estiaje	Si	No	Si	No	No
	134RMaje2	Avenida	No	Si	Si	Si	Si
		Estiaje	Si	No	Si	No	No
Bajo Camaná	134RCama1	Avenida	No	Si	Si	Si	Si
		Estiaje	Si	No	Si	No	No
	134RCama2	Avenida	No	Si	Si	Si	Si
		Estiaje	Si	No	Si	No	No
	134RCama3	Avenida	No	Si	Si	Si	Si
		Estiaje			Si		

De la Tabla 4 se puede analizar que, según la época o temporada, para cada estación de monitoreo entre los años 2017 y 2021, se tiene disponible 6 estudios de calidad de agua excepto para la estación 134RCama3, debido a que desde el año 2018 se implementó como estación de monitoreo. Se observa que en el año 2019 se dispuso realizar un estudio en época de estiaje y otro en época de avenida. De todos los estudios de monitoreo, 4 se ha realizado en época de avenida y 2 en época de estiaje excepto en la estación 134RCama3.

4.2.3. Análisis de datos de los estudios de monitoreo.

Los datos recogidos a partir de los estudios de monitoreo de calidad de agua realizados en el periodo 2017 y 2021 se sistematizaron en hojas de cálculo Excel por cada estación de monitoreo. En el Anexo 4 se muestra los datos históricos de la estación 134RColc4, en el Anexo 5 se muestra los datos históricos de la estación 134RGran1, en el Anexo 6 se muestra los datos históricos de la estación 134RMaje1, en el Anexo 7 se muestra los datos históricos de la estación 134RMaje2, en el Anexo 9 se muestra los datos históricos de la estación 134RCama1, en el Anexo 10 se muestra los datos históricos de la estación

134RCama2, en el Anexo 8 se muestra los datos históricos de la estación 134RCama3.

Tabla 5. Análisis de parámetros que no cumplen los ECA's en el periodo 2017- 2021

Estación de Monitoreo		134RColc4	134RMaje1	134RGran1	134RMaje2	134RCama3	134RCama1	134RCama2
Río		Colca	Majes	Grande	Majes	Camaná		
Datos de cálculo de ICARHS	Parámetros que NO cumplen	1	1	2	2	2	2	2
	Parámetros evaluados	17						
	Porcentaje	5.88%	5.88%	11.76%	11.76%	11.76%	11.76%	11.76%

De la Tabla 5 se muestra el número de parámetros que en los resultados del total de estudios han superado los ECA's, de un total de 17 parámetros analizados se muestra que en 2 estaciones solo 1 parámetro fue superado el ECA, y de las 5 estaciones restantes superaron 2 parámetros, se muestra el porcentaje de los parámetros que no cumplen con los ECA's.

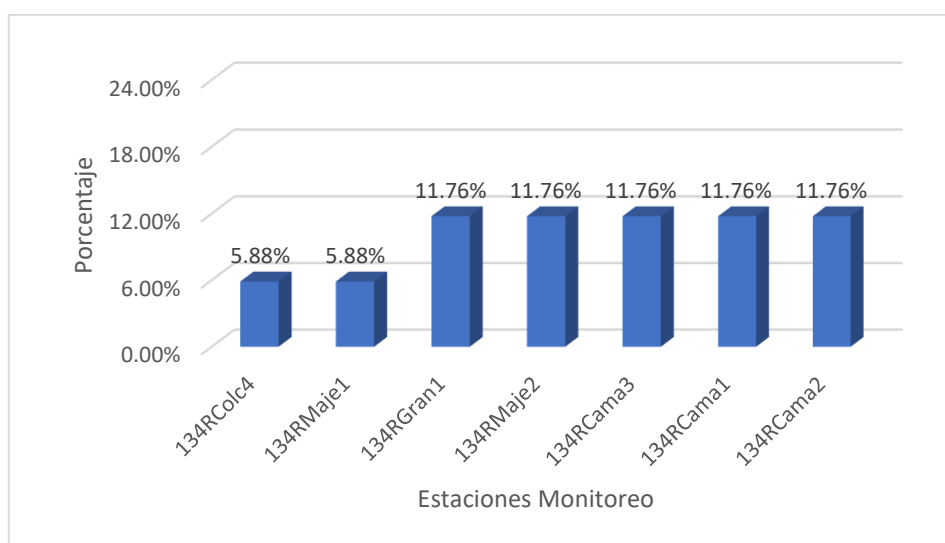


Figura 6. Porcentaje de parámetros que no cumple los ECA's en el periodo de estudio.

De la Figura 6 se observa la tendencia de parámetros que no cumplen con los ECA's por estación de monitoreo en el periodo 2017 2021, de las estaciones 134RColc4 y 134RMaje1 el 5.88% de los parámetros evaluados superaron los

ECA's, y de las estaciones 134RGran1, 134RMaje2, 134RCama3, 134RCama1, 134RCama2 el 11.76% han superado los ECA's.

Tabla 6. Análisis de datos que no cumplen los ECA's en el periodo 2017-2021

Estación de Monitoreo		134RColc 4	134RMaje 1	134RGran 1	134RMaje 2	134RCama3	134RCama1	134RCama2
Río		Colca	Majes	Grande	Majes	Camaná		
Datos de cálculo de ICARHS	Datos que NO cumplen el ECA	2	2	7	4	5	3	3
	Total de datos	100	100	98	99	82	99	99
	Porcentaje	2%	2%	7%	4%	6%	3%	3%

De la Tabla 6 se muestra el número de datos que en los resultados del total de estudios han superado los ECA's, se muestra para cada estación de monitoreo el total de datos encontrados del total de estudios en el periodo 2017 2021, a si mismo se muestra el número de datos por estación que superaron los ECA's, finamente se muestra para cada estación el porcentaje de datos que superaron los ECA's.

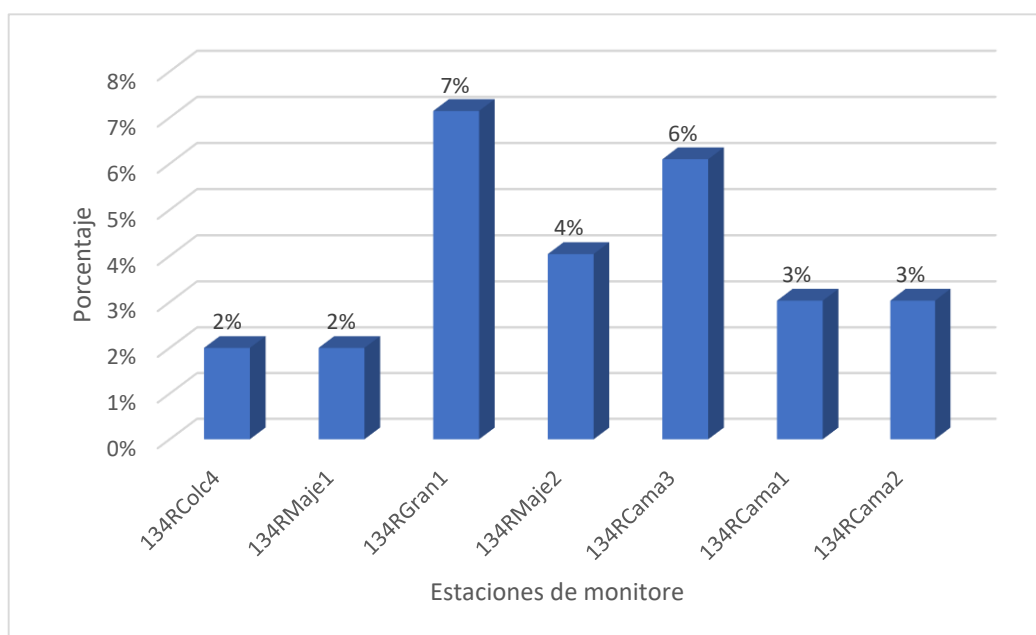


Figura 7. Porcentaje de datos que no cumple los ECA's en el periodo de estudio.

De la Figura 7 se observa que en las estaciones 134RGran1 y 134RCama3 tienen

el porcentaje más elevado de datos que superaron los ECA's y de las estaciones 134RColc4, 134RMaje1 solo tienen el 2% de datos recolectados que superan los ECA's.

4.2.4. Índices de Calidad Ambiental de Recursos Hídricos Superficiales

Tabla 7. Consolidación de datos y resultados de factores e índices de calidad de agua por estación de monitoreo en el periodo 2017 - 2021.

Estación de Monitoreo		134RColc4	134RMaje1	134RGran1	134RMaje2	134RCama3	134RCama1	134RCama2
Río		Colca	Majes	Grande	Majes	Camaná		
Datos	Parámetros que NO cumplen	1	1	2	2	2	2	2
	Parámetros a Evaluar	17	17	17	17	17	17	17
	Datos que NO cumplen el ECA	2	2	7	4	5	3	3
	Total de datos	100	100	98	99	82	99	99
	F1 Alcance	5.882352941	5.882352941	11.76470588	11.76470588	11.76470588	11.76470588	11.76470588
	F2 amplitud	2	2	7.143	4.040	6.098	3.030	3.030
	Sumatoria de excedentes	0.000238095	0.000238095	0.027540816	0.002152477	0.008206156	0.007792208	0.001984127
	F3 Frecuencia	0.023803856	0.023803856	2.680264948	0.214785395	0.813936276	0.773195876	0.198019802
Resultado	ICARHS	95	95	89	91	90	91	91
	Clasificación	Excelente	Excelente	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno	Bueno
	Color R-G-B	0-112-255	0-112-255	0-197-255	0-197-255	0-197-255	0-197-255	0-197-255
	Descripción	La calidad de agua está protegida, ausencia de amenaza o daño, condición cercana a los niveles naturales deseados		La Calidad de agua se aleja del estado natural, las condiciones deseables pueden estar con algunas amenazas o daños de poca magnitud.				

De la Tabla 7 se muestra los datos calculados de los factores de alcance, amplitud y frecuencia, con para el cálculo de los ICARHS para las estaciones de monitoreo 134RColc4, 134RGran1, 134RMaje1, 134RMaje2, 134RCama3, 134RCama1, 134RCama2, la cual se indica que solo en las estaciones 134RColc4 y 134RMaje1 alcanzan un índice de 95 que se califica como nivel excelente, se muestra el color característico en las celdas del resultado, esta se interpreta que la calidad de agua en este punto del río esta con ausencia de amenaza o daño para la categoría 3, las condiciones son naturalmente deseadas. Para las estaciones; 134RGran1 el índice es de 89, 134RCama3 el índice es de 90, 134RCama1, 134RMaje2 y 134RCama2 el índice es de 91, la cual se califica como nivel bueno interpretándolo las condiciones deseables de agua pueden estar con algunas amenazas en estos puntos del río.

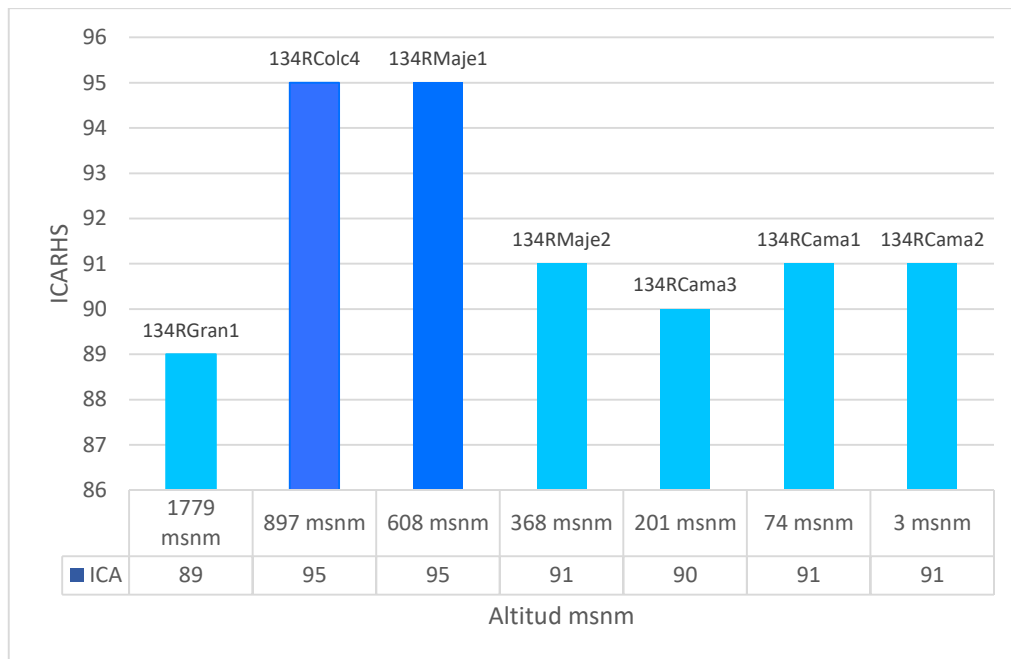


Figura 8. Índices de calidad de agua según la altitud de las estaciones.

De la Figura 8 se observa la tendencia entre los índices de calidad de agua y la altitud de las estaciones de monitoreo, la estación de monitoreo 134RGran1 se encuentra en la parte más alta de la zona de estudio ubicada en la UH Medio Bajo Camaná, el índice de calidad agua es de 89 calificado como bueno, esta estación se encuentra en el río Grande, río abajo del distrito y campiña de Chuquibamba, aportante del río Majes, río arriba de la estación 134RMaje1 de índice de calidad de agua excelente. La estación 134RColc4 es el segundo más alto ubicado en el río Colca de índice de calidad de agua excelente ubicado río arriba de inicio del río Majes y de la confluencia del río Grande y río Majes.

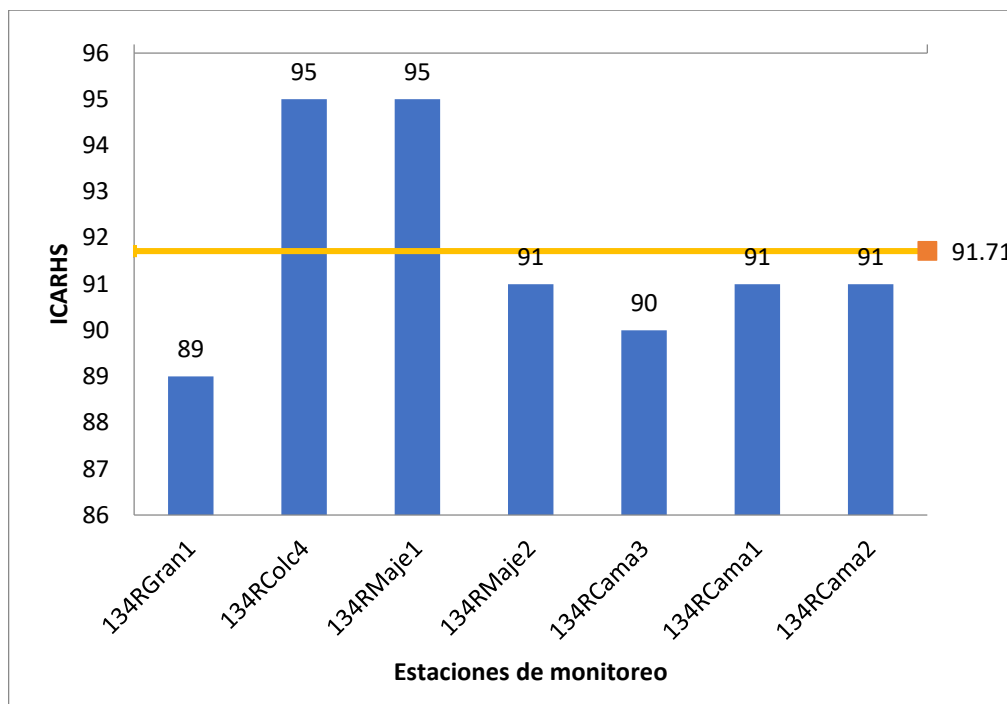


Figura 9. Promedio de ICARHS 2017 2021

De la Figura 9 se muestra el promedio del índice de calidad de agua entre los años 2017 y 2021, recolectado la información en 7 puntos de monitoreo calculado a partir 6 procesos de muestras de datos. El promedio de índice de calidad de agua es de 91,71 lo que indica una clasificación calidad de agua buena, se deriva que el 28.6% de todos los puntos de monitoreo están considerados de excelente calidad de agua y el 71.4% de todos los puntos están considerados de buena calidad de agua.

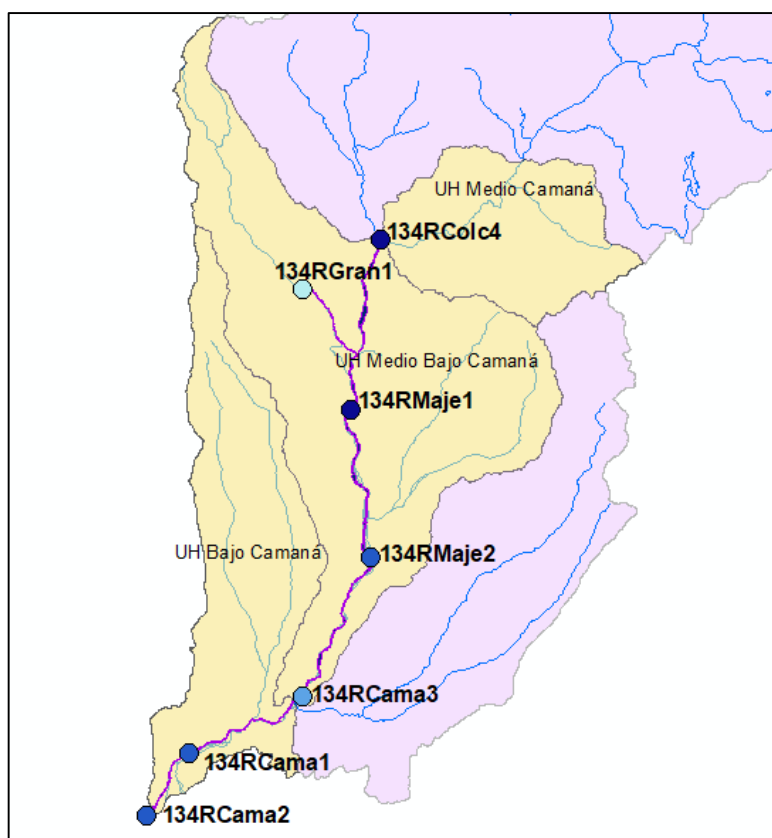


Figura 10. Ubicación geográfica del estado de la calidad de agua con ICARHS en la cuenca Camaná

En la Figura 10 se observa la ubicación del estado de la calidad de agua con ICARHS en la cuenca media, media baja y baja Camaná. Los puntos de color naranja hace referencia a la ubicación de centro concentración poblacional del distrito, los puntos de color azul es la ubicación de la calidad agua de condiciones excelentes según el índice de calidad, de estos dos puntos se puede inferir que de acuerdo a la ubicación y altitud las condiciones del agua son óptimas para usos de riego y bebidas de animales, debido a que no existe impacto considerable río arriba a partir de los puntos señalados, las ubicaciones mencionadas con relación a la Figura 8 y Tabla 7 están identificadas como las estaciones 134RColc4 y 134RMaje1.

Los puntos de color celeste hacen referencia a la ubicación de la calidad agua de condiciones buena según el índice de calidad para uso de riego y bebidas de animales, se observa el punto 134RGran1 está ubicado en la parte alta de la cuenca

media baja Camaná, la cual se infiere que existe alteraciones de la calidad de agua río arriba considerando que se ubican los distritos de Iray y Chuquibamba con su respectiva campiña. Los puntos restantes se encuentran en la cuenca media baja y baja Camaná, considerando que la altitud tiene relación con el índice de calidad de agua.

4.3. Análisis espacial de ICARHS en áreas agrícolas de la UH Medio Camaná, Medio Bajo Camaná y Bajo Camaná.

4.3.1. Análisis estadístico de datos

Para poder realizar la interpolación adecuada es necesario revisar los datos con un histograma para ver la distribución de los datos y que estos sigan una distribución normal o gaussiana.

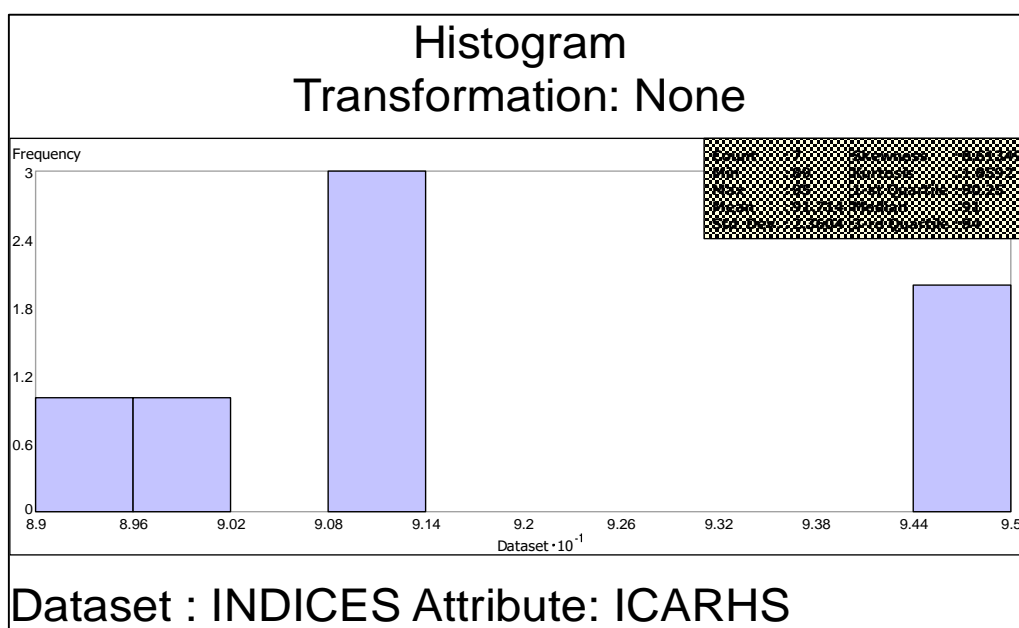


Figura 11. Histograma de distribución de datos ICARHS

De la Figura 11 se muestra el histograma de distribución de datos muestreados, se observa la frecuencia de la variable ICARHS del mínimo que es 89 y máximo es 95, teniendo una media de 91.714, mediana 91, desviación estándar de 2.3604. Se observa que la distribución no es de tipo gaussiana, sin embargo, no se ha considerado transformación ya que es la que más se asemeja a una distribución normal.

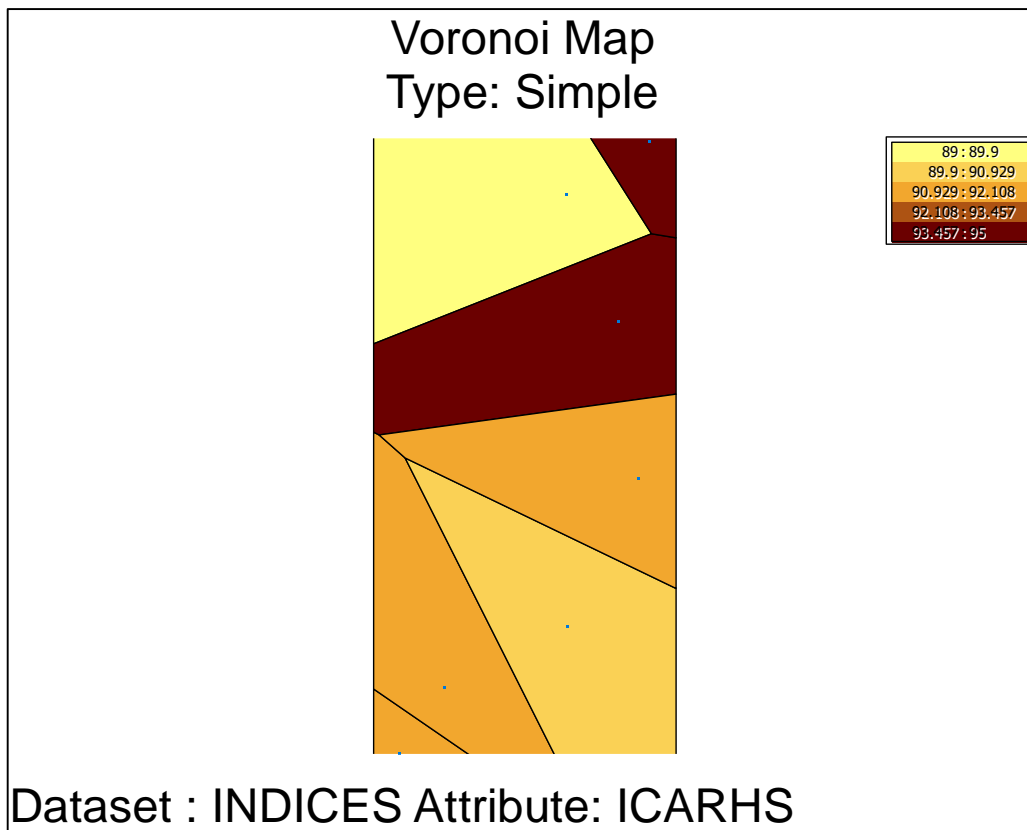


Figura 12. *Mapa de Voronoi ICARHS*

De la Figura 12 se observa el mapa de Voronoi aplicado a la distribución espacial de los puntos de monitoreo o muestras del estudio, la cual se muestran los polígonos en su mayoría homogéneo indicando que no existe densidad de muestreo. Podemos ver que existe una tendencia de acuerdo a la variación de colores siendo el color más oscuro con valores mayores, sin embargo, se observa que existe un valor mínimo en la esa zona por su color claro.

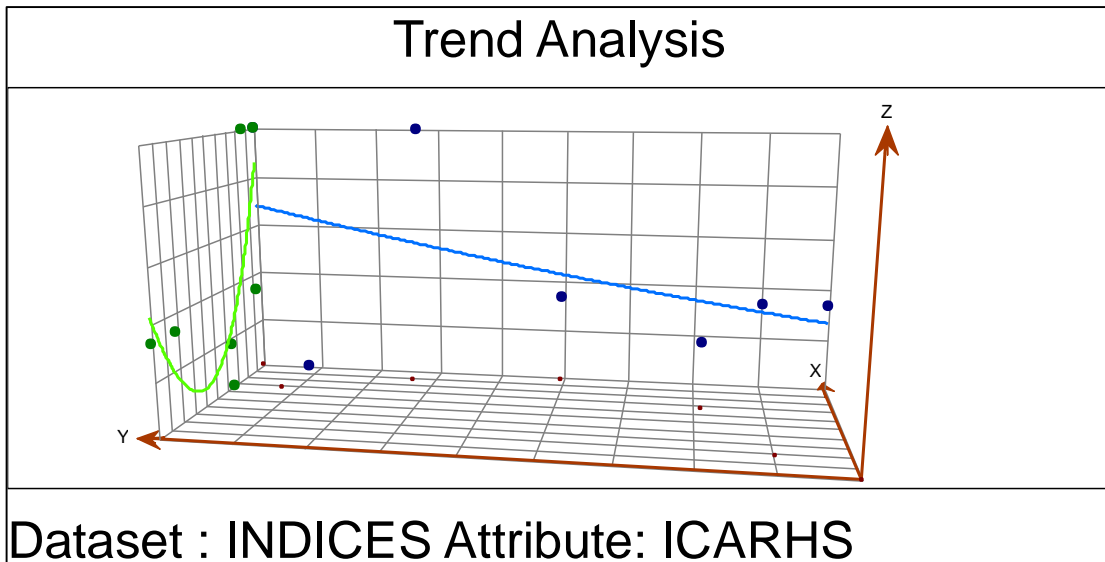


Figura 13. *Análisis de Tendencia ICARHS*

De la Figura 13 se observa el análisis de tendencia de los ICARHS, la cual indica el comportamiento de los valores a medida que se distribuyen en los ejes, se muestra que existe tendencia de los datos en las proyecciones en el eje y indicando que el ICARHS se incrementan a medida que se aproxima hacia el norte formando ligeramente una parábola, y en el eje x se observa que los datos descienden cuando se acercan de oeste al centro y se incrementan del centro hacia el este, la tendencia se ajusta a un modelo polinómico de segundo grado.

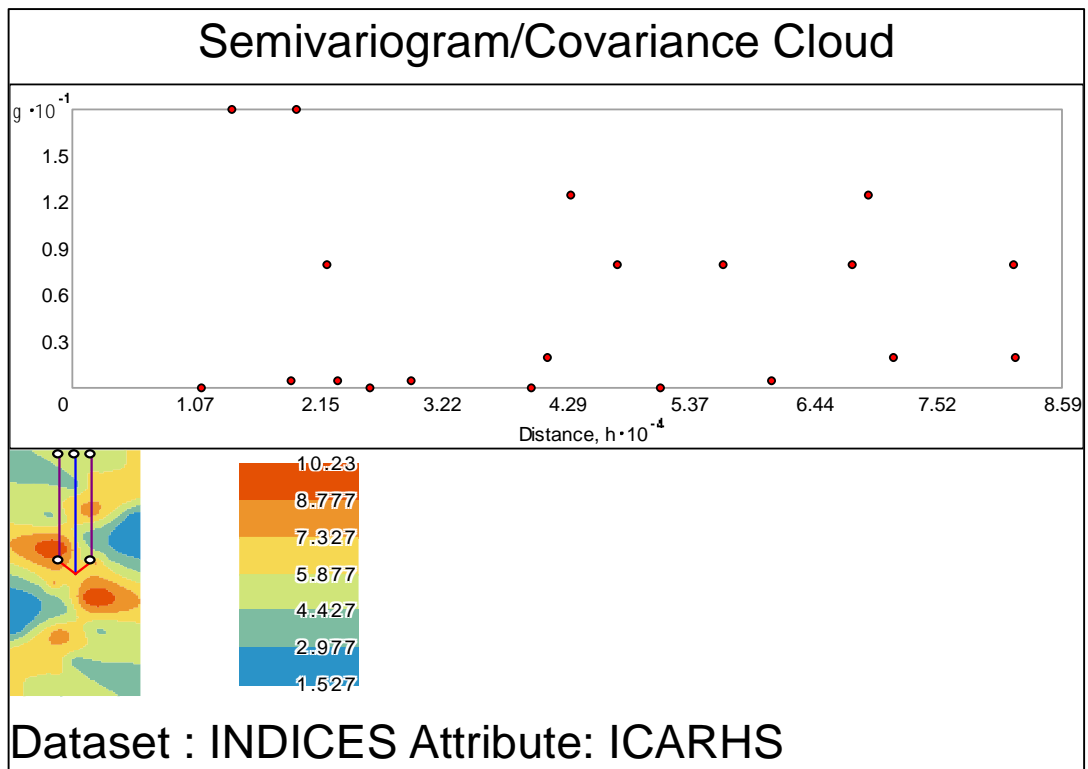


Figura 14. Semivariograma de ICARHS

De la Figura 14 se muestra el semivariograma con los datos de las muestras de los ICARHS, la cual se observa que se tiene una variabilidad espacial alta entre dos observaciones o puntos de muestreo de los ICARHS, se observa que existe variabilidad entre las muestras ubicadas en el norte de la zona de estudio.

4.3.2. Modelo de interpolación probabilístico Kriging de ICARHS

Luego se realizar el análisis estadístico de la variable ICARHS, se propone seguir un modelo de interpolación, se ha considerado seguir el modelo de tipo kriging ordinario la cual se describe en la Figura 15.

Input datasets	
<input type="checkbox"/> Dataset	F:\Tesis\ARCHI Arcgis\INDICES
Type	Feature Class
Data field 1	ICARHS
Records	7
<input type="checkbox"/> Method	Kriging
Type	Ordinary
Output type	Prediction
<input type="checkbox"/> Dataset #	1
Trend type	Second
<input type="checkbox"/> Trend removal	Local Polynomial Interpolation
Power	2
Output type	Prediction
Exploratory trend surface analysis	0
<input type="checkbox"/> Searching neighborhood	Standard
Neighbors to include	5
Include at least	2
Sector type	Four and 45 degree
Major semiaxis	55,000
Minor semiaxis	2e+04
Angle	25
<input type="checkbox"/> Variogram	Semivariogram
Number of lags	12
Lag size	11,039.29069583612
Nugget	0.050995642098
Measurement error %	100
<input type="checkbox"/> Model type	Exponential
Range	132,471.48835003344
Anisotropy	No
Partial sill	0

Figura 15. Datos del Modelo de interpolación Kriging.

En la Figura 15 se muestra el modelo de interpolación utilizado a partir del análisis de datos realizado con la herramienta Geostatistical Analyst de Arcgis. El modelo elegido para la interpolación de Kriging de tipo ordinario de predicción, sin transformación de datos, tendencia de datos son de tipo exponencial de segundo grado.

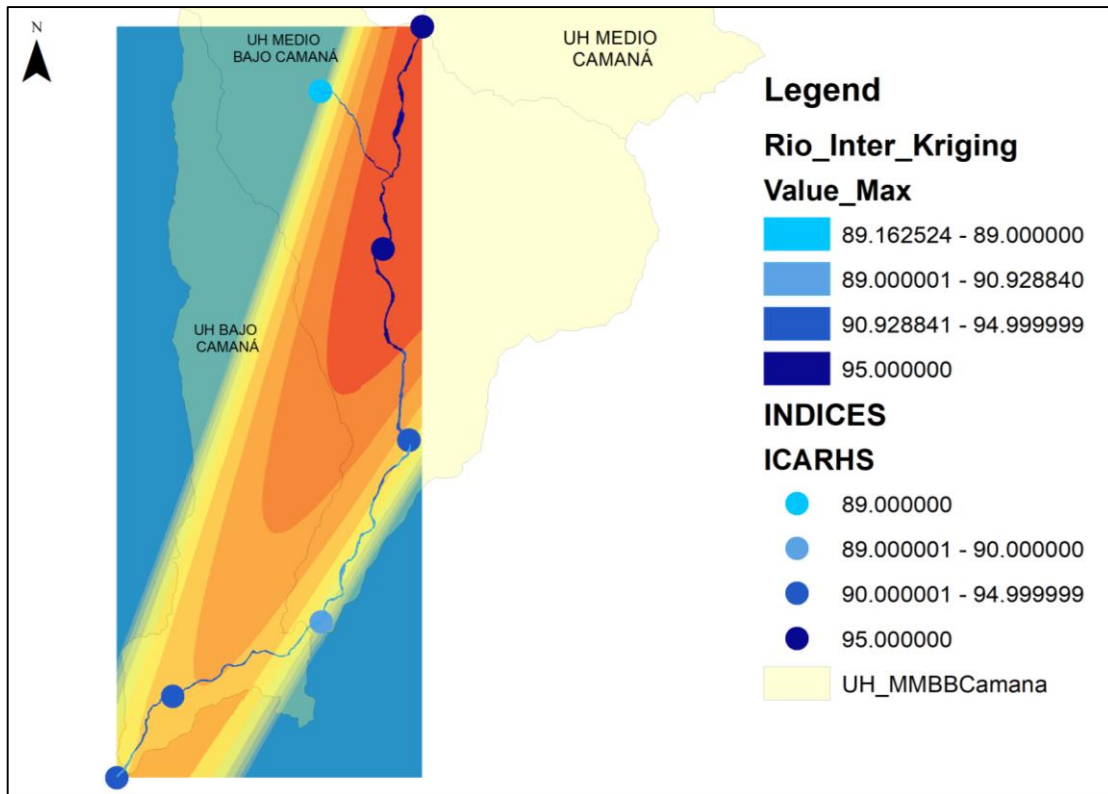


Figura 16. Modelo de interpolación de ICARHS en los ríos Colca, Grande, Majes, Camaná.

El resultado del modelo de interpolación se muestra en la Figura 16, Se observa los puntos de las muestras y la interpolación de la variable ICARHS en el espacio geográfico de la cuenca media y baja Camaná, se observa la distribución de la variable ICARHS en el río según el modelo la distribución superpuesto. El modelo muestra una tendencia elíptica tendiendo hacia el noreste los valores más altos, considerando la variación brusca hacia el oeste ubicado el punto de muestreo 134RGran1, los valores bajos están distribuidos hacia el sur oeste.

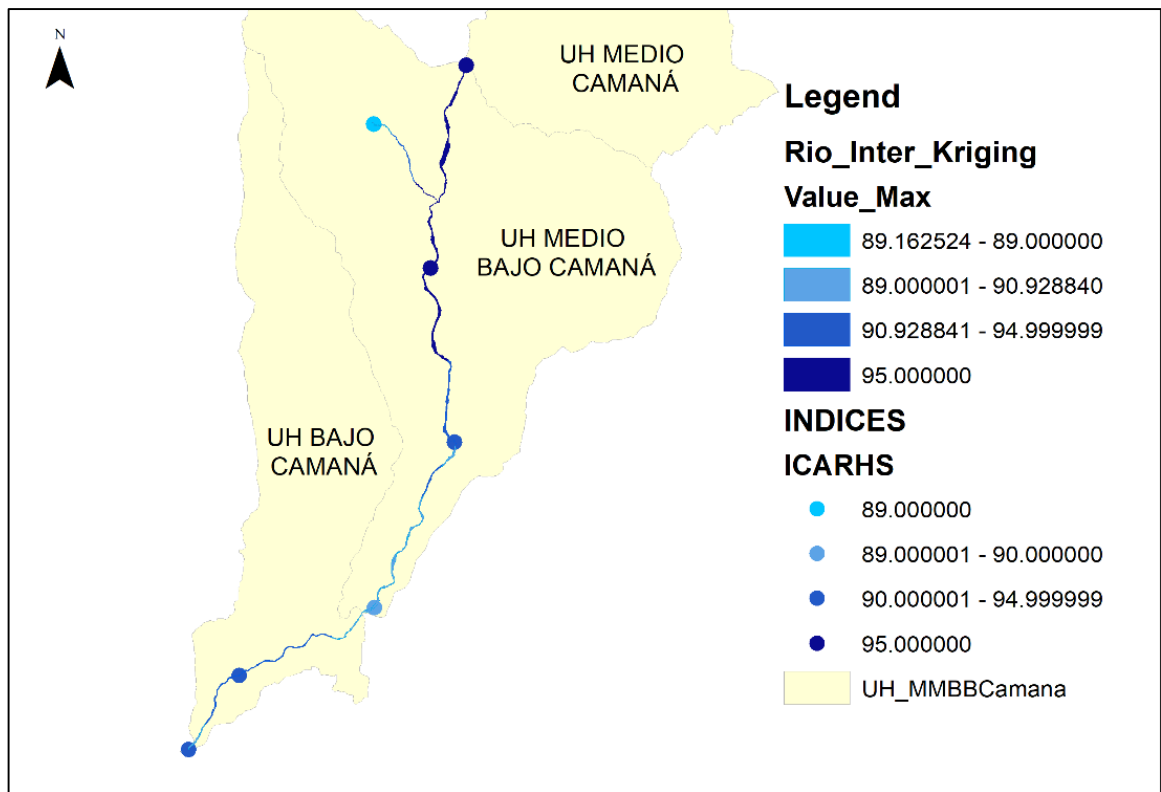


Figura 17. Distribución de ICARHS en el Río Colca, Río Majes, Río Camaná.

En la Figura 17 se muestra el mapa de distribución de ICARHS como resultado del modelo de interpolación geo estadístico Kriging, se muestra la variación del índice de calidad de agua según la escala de colores en el curso del río. En la UH Medio Camaná la variable ICARHS en el río es de clasificación como calidad de agua excelente, en la UH Medio Bajo Camaná se observa la distribución de la variable ICARHS en el río clasificados como calidad de agua bueno y excelente, en la UH Bajo Camaná se observa la distribución de los ICARHS en el río clasificado como bueno. El modelo de interpolación generado muestra la distribución en el río del índice de calidad de agua con tendencia hacia el norte, se ve que siguiendo al río Majes el índice de calidad de agua es superior a la distribución del índice en la parte sur del río Majes y todo el río Camaná, sin embargo existe variación en el río Grande que es aportante del río Majes, la cual muestra una distribución del índice bueno, considerando la actividad agrícola y urbana de la zona mayor a la de la zona del río Majes, en la parte sur del río Majes y todo el río Camaná se distribuye el índice de calidad de agua bueno teniendo variaciones no significativas.

4.3.3. Distribución de ICARHS en áreas agrícolas

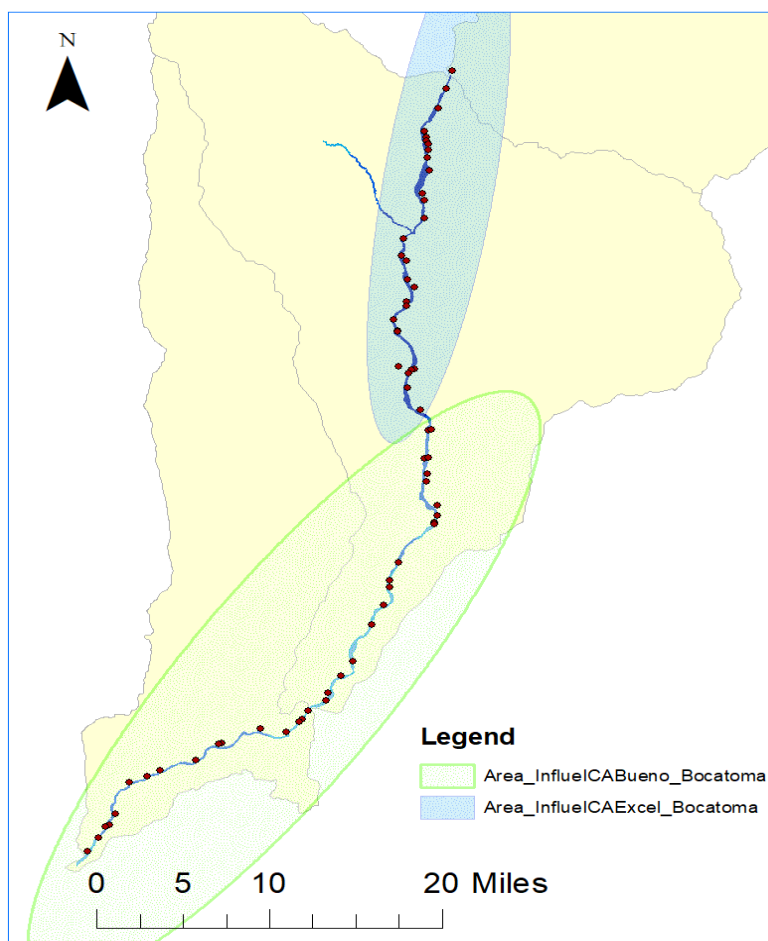


Figura 18. *Análisis de distribución ICARHS y captaciones de agua uso agrícola.*

En la Figura 18 se muestra el análisis de distribución de ICARHS con relación a las captaciones de agua para uso agrícola en base a la información shapefile registrada en la Autoridad Local de Agua Camaná Majes. De acuerdo al análisis espacial de ICARHS se muestra con el área sombreada de azul la sección del río Majes y río Colca que según el modelo de interpolación del índice está clasificado como agua de calidad excelente y el área sombreada de naranja la sección del río Majes y río Camaná que según el modelo de interpolación del índice está clasificado como agua de calidad buena, a su vez se muestra sobrepuesto los shapefile de las captaciones de agua para usos agrícola, la cual identifica el tipo de agua que con la que va a ser aprovechada en las zonas agrícolas.

Tabla 8. Clasificación de bocatomas según la calidad de agua captada por ICARHS.

ICARHS DE CAPTACIÓN 2017 - 2021	BOCATOMA	ORGANIZACIÓN DE USUARIOS	CUENCA	UNIDAD HIDROGRAFICA	RÍO
EXCELENTE	2	APLAO	CAMANÁ	MEDIO BAJO CAMANÁ	RÍO MAJES
	1	BERINGA			
	1	COSOS			
	1	EL MONTE LOS PUROS			
	3	HUANCARQUI			
	2	LA REAL			
	3	ONGORO			
	10	ONGORO BAJO		MEDIO CAMANÁ - MEDIO BAJO CAMANÁ	RÍO COLCA
	2	QUERULPA		MEDIO BAJO CAMANÁ	RÍO MAJES
	3	TOMACA			
	1	URACA			
	TOTAL	29		11	
BUENO	2	CANTAS PEDREGAL	CAMANÁ	MEDIO BAJO CAMANÁ	RÍO CAMANÁ RÍO MAJES
	2	CHARACTA		BAJO CAMANÁ	
	1	EL ALTO			
	1	EL CUZCO			
	1	EL GRANADO		MEDIO BAJO CAMANÁ	
	1	EL MEDIO		BAJO CAMANÁ	
	1	EL MOLINO			
	1	HUACAPUY			
	2	LA BOMBON			
	1	LA DEHEZA			
	1	LA GAMERO			
	1	LA VALDIVIA			
	1	LOS MOLINOS			
	1	MONTES NUEVOS			
	2	PAMPATA			
	1	PISQUES			
	2	PITIS		MEDIO BAJO CAMANÁ	
	1	PUCCHUN		BAJO CAMANÁ	
	1	SAN VICENTE		MEDIO BAJO CAMANÁ	
	8	SARCAS TORAN			
	7	SOCSO SILLAN			
1	SOGIATA				
1	SONAY	BAJO CAMANÁ			
TOTAL	41	23			

De la Tabla 8 se describe el total de bocatomas que captan agua según el tipo de calidad de agua modelado de los ICARHS. De la sección del río Majes y río Camaná que mantiene el índice de calidad de agua en excelente existen 29 captaciones de agua de las cuales la administran 11 organizaciones de usuarios. De la sección del río Majes y río Camaná que mantienen el índice de calidad de agua bueno existen

41 captaciones de las cuales la administran 23 organizaciones de usuarios.

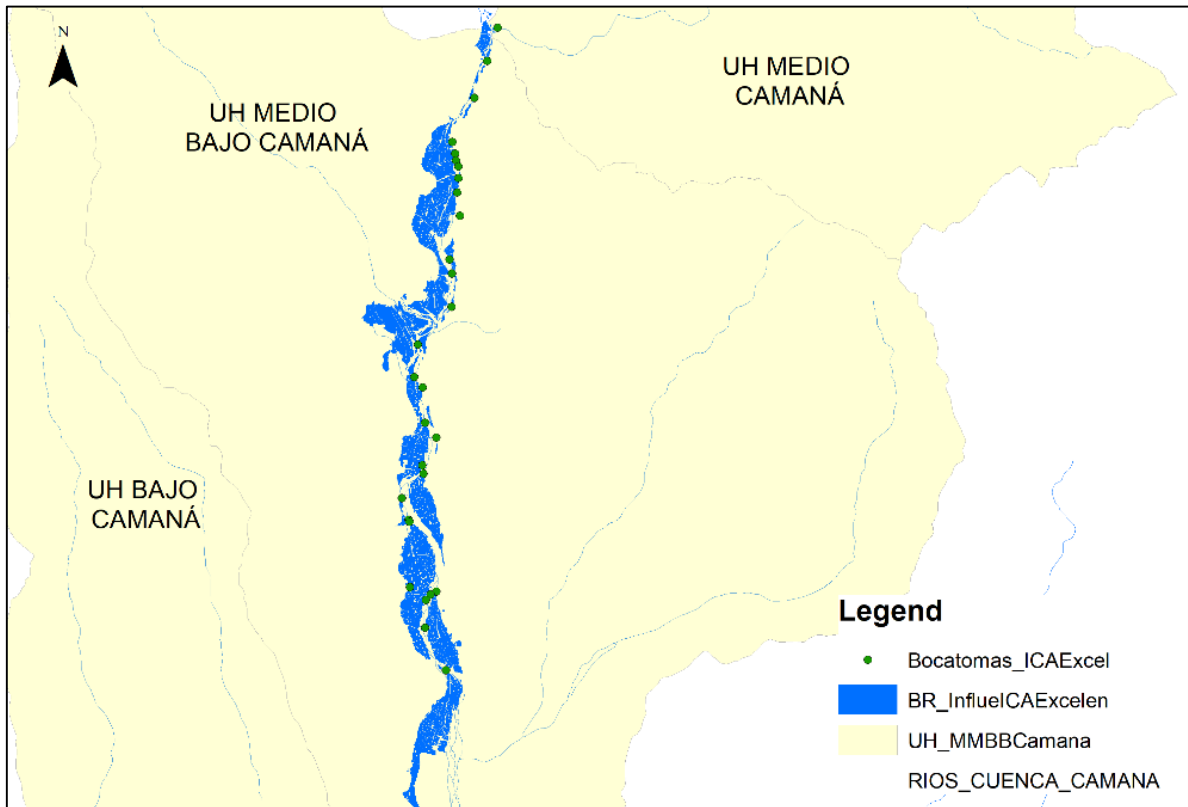


Figura 19. Distribución de la calidad de agua ICARHS excelente en áreas agrícolas.

En la Figura 20 se muestra las áreas agrícolas sombreadas de azul y bocatomas de agua en las unidades hidrográficas Medio Bajo Camaná y Medio Camaná que son irrigadas con la captación de agua de excelente calidad según el modelo de distribución de ICARHS obtenido en los ríos Majes, Colca y Grande.



Figura 20. Distribución de la calidad de agua ICARHS bueno en áreas agrícolas.

En la Figura 19 se muestra las áreas agrícolas sombreadas de celeste y puntos de captación en las unidades hidrográficas Medio Bajo Camaná y Bajo Camaná que son irrigadas con la captación de agua de buena calidad según el modelo de distribución de ICARHS obtenido en los ríos Majes y Camaná.

Tabla 9. Clasificación de áreas agrícolas y características del bloque de riego según el tipo de ICARHS irrigado.

ICARHS	N° BLOQUE DE RIEGO	AREA AGRICOLA Ha	% Area Agrícola	VOLUMEN DE AGUA m3/año	CUENCA	UH	RÍO
EXCELENTE	29	5036.6	34%	234.2	Camaná	Medio Camaná - Medio Bajo Camaná	Río Colca - Río Majes
BUENO	55	9817.2	66%	452.2		Medio Bajo Camaná - Bajo Camaná	Río Majes - Río Camaná
Total	84	14853.9	100%	686.392			

En la Tabla 9 se describe la clasificación de áreas agrícolas que son influidas con la captación de un tipo calidad de agua según el modelo de distribución de ICARHS en los ríos Majes, Camaná, Colca, Grande. Dentro de la UH Medio Camaná y UH Medio Bajo Camaná existe un total de 5036.6 Ha agrícolas la cual representa el 34% del área agrícola total distribuidas en 29 bloques de riego según la base de atributos registrado en la ALA Camaná Majes que fueron irrigadas con un total de 234.2 m³/año de agua de calidad excelente en el periodo 2017 y 2021 según el modelo obtenido de distribución de ICARHS. En la UH Bajo Camaná y UH Medio Bajo Camaná existe un total de 9817.2 Ha la cual representa el 66% del total del área agrícola fueron irrigadas con un total de 452.2 m³/año de agua de calidad buena en el periodo 2017 y 2021 según el modelo obtenido de distribución de ICARHS.

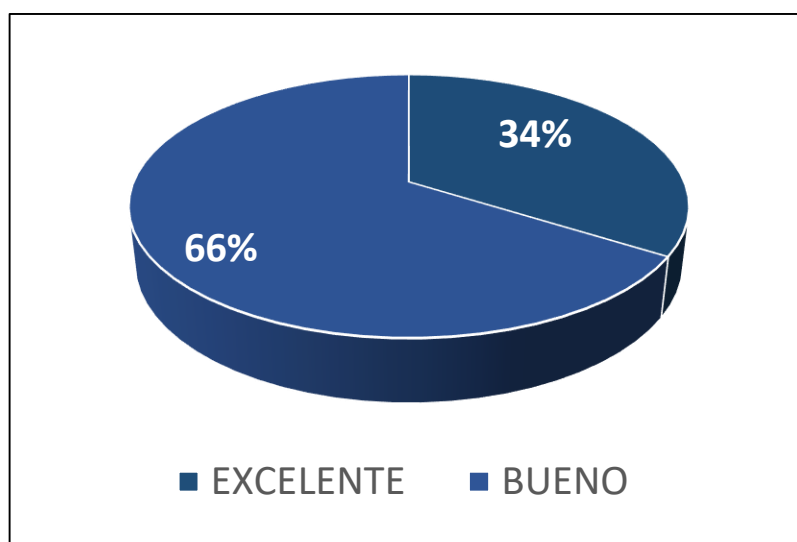


Figura 21. Porcentaje de distribución de ICARHS en áreas agrícolas.

En la Figura 21 se muestra los porcentajes de área agrícola que se benefician con la captación de agua de excelente calidad y de buena calidad.

V. DISCUSIÓN

De los resultados obtenidos de la caracterización de la red de monitoreo y la zona de estudio se obtiene el establecimiento de 7 puntos de monitoreo en la cuenca media y baja Camaná a lo largo de 162 kilómetros del curso de agua, distribuidos en zona con criterio del estado de la calidad de agua y actividad relacionada con el recurso hídrico. (Quino y Quintanilla, 2013), obtiene información para la determinación de los índices de calidad de agua e interpolación de un total de 120 puntos de muestreo en un área de 24,013 km², la cual ayuda a que el proceso de distribución de la variable sea más confiable al momento de analizar estadísticamente los resultados y de igual forma se puede realizar un modelo de interpolación más real.

En la investigación de (Delgado, 2019) se determina el índice de calidad de agua del río Colca donde se muestra que en el punto de monitoreo 134RColca4 para el año 2017 el índice de calidad de agua es de 100, la cual se clasifica como agua de excelente calidad, el resultado guarda relación con el resultado obtenido por esta investigación indicando que el índice de calidad de agua para el periodo general 2017 al 2021 es de 95 y está clasificado como agua de excelente calidad, sin embargo, en el periodo estudiado 2012 al 2017 por (Delgado, 2019) indica que el índice de calidad de agua en la estación de monitoreo 134Rcolc4 es 85 la cual está clasificado con agua de calidad buena donde se muestra que la calidad de agua ha mejorado entre el periodo 2012 y 2021.

El porcentaje de puntos de monitoreo con índice de calidad de agua clasificado como bueno es de 71.4% de 7 muestras y el 28.6% de los puntos de monitoreo está clasificado como agua de excelente calidad, sin embargo en el estudio realizado por (Flores y Vela, 2021) en la unidad hidrográfica bajo Marañón considera de igual forma 7 puntos de monitoreo la cual da como resultado que el 42.86% del total de puntos evaluados es de mala calidad de agua, el mismo porcentaje de los puntos son regular calidad de agua, y el 14.29% de los puntos de monitoreo son de calidad de agua buena. Se considera que en la unidad hidrográfica bajo Marañón existe mayor cantidad de parámetros que superan los ECA's a comparación de unidad hidrográfica media bajo Camaná.

La estimación de los ICARHS se muestra a partir de las estación de monitoreo donde el índice de calidad de agua es excelente en las estaciones 134RColca4 y

134RMaje1, y el índice de calidad de agua es buena para las estaciones 134RGran1, 134RMaje2, 134RCama1, 134RCama2, 134RCama3. Para (Hilario y Mamani, 2021) los resultados de los índices de calidad de agua están dados de acuerdo al periodo de tiempo evaluado, de los puntos REsca2 y REsca1 se determina un solo índice de calidad, la cual para el año 2015 es 73 favorable, para el 2016 es 73 favorable, para el 2017 es 66 favorable y para el año 2018 es 61 regular, se ha visto que se ha consolidado los datos de acuerdo a la variable tiempo y dejando de lado la variable espacio.

Para determinar los índices de calidad de agua según la metodología ICARHS se analiza los parámetros y datos de la información histórica de la calidad de agua con los ECA's, del estudio realizado en todo el periodo 2017-2021 se tiene que en 2 estaciones de monitoreo, el 5.88% de parámetros analizados superan el ECA de un total de 17 parámetros, y en las 5 estaciones restante se ha superado el 11.76% de los parámetros, de igual forma se obtiene los resultados de los índices de acuerdo a cada estación de monitoreo, sin embargo en el estudio realizado por (Jimenez y Llico, 2020) para determinar ICA-PE de los dos monitoreos de calidad de agua, en el primer monitoreo, dos parámetros superan el ECA la cual representa el 6.9% de un total de 29 parámetros evaluados, y en el segundo monitoreo no se encuentran parámetros que superen los ECA que representa el 0%, de igual forma (Jimenez y Llico, 2020) integran la información obtenida de tres puntos de monitoreo y genera un índice de calidad de agua en dos momentos distintos.

Del modelo de interpolación se muestra que existe variación significativa en cuanto a la relación entre altitud y la distribución espacial de los ICARHS tomando como referencia los puntos 134RGran1 que se encuentra a 1779 msnm de buena calidad, 134RColc4 y 134RMaje1 de 897 msnm y 608 msnm respectivamente de excelente calidad, con respecto al estudio realizado por (Wilchez, et al, 2017) menciona que existe una tendencia y relación entre altitud e índice de calidad de agua, ya que los valores mayores de ICA se encuentran en la parte alta de la cuenca y los valores bajos se encuentran en la parte baja de la cuenca, sin embargo se puede considerar que en los dos casos de interpolación la calidad de agua se ve afectada por la cercanía a alguna actividad económica y urbana, en el caso del distrito de Chuquibamba está cerca al punto 134RGran1 y el estudio de (Wilchez, et al, 2017)

el río estudiado se encuentra cerca de la ciudad de Bogotá, considerando a su vez la autodepuración del río en el curso que realiza.

La relación entre la actividad agrícola e ICARHS en el estudio realizado no es significativa ya que no se encontró variación de cambio de actividad en los valles de Majes y Camaná ya que en su mayoría encontramos desarrollo de la agricultura, sin embargo, en el estudio de (Quino y Quintanilla, 2013) indica que existe relación entre la actividad económica y la distribución espacial de índices de calidad de agua, esto se describe en la zona de estudio a una altitud de 5400 msnm, donde la distribución del índice de buena calidad de agua se encuentra en la zona donde se realiza actividad agrícola y la distribución de índice de menor calidad se encuentra en la zona donde se realiza actividad minera.

VI. CONCLUSIONES

De la caracterización de la zona de estudio se encuentra operativa la red de monitoreo de calidad de agua superficial administrada por la ALA Majes Camaná, donde se distribuyen 7 estaciones de monitoreo a lo largo de curso de los ríos Majes, Camaná, Colca, Grande, la cual tienen la categoría 3, riego de vegetales y bebida de animales. Se ha identificado 93 bloques de riego con 14908.1247 ha de área total agrícola y 33 organizaciones de usuarios que se benefician con el recurso hídrico.

Para el cálculo de los ICARHS se tuvo como análisis de datos el porcentaje de parámetros que sobrepasan los ECA's, resultando entre el 5% y 11% de los parámetros, de igual forma la cantidad de datos que superan los ECA's se encuentra entre 2% y 7%. Con ello se determinó dos tipos de índices, en 2 puntos de monitoreo con nivel de índice excelente y 5 puntos de monitoreo con índice bueno.

Determinando la influencia de los ICARHS en áreas agrícolas, se analizó y generó un modelo de distribución de los dos tipos de índices sobre los ríos Colca, Camaná, Majes y Grande, determinando así que el 34% del área agrícola registrada en la base de datos de la administración de recursos hídricos de la Autoridad Nacional del Agua se beneficia con agua de excelente calidad, y el 66% con agua de calidad buena en la cuenca media y baja Camaná.

VII. RECOMENDACIONES

Desarrollar mayores trabajos de investigación en la implementación de nuevas estaciones de monitoreo para mejorar la confiabilidad de los modelos geo estadísticos.

Realizar trabajos de investigación en la generación información de la calidad de agua en las épocas de estiaje y época de avenida.

Profundizar con trabajos de investigación para considerar la información de calidad de agua la variable caudal del río en el punto de monitoreo.

Profundizar con trabajos de investigación el análisis espacial de calidad de agua sobre la distribución interna en los bloques de riego considerando los resultados de este estudio a hasta el nivel de captación de agua en el río.

Desarrollar trabajos considerando la metodología este estudio para la gestión de la calidad de recursos hídricos a nivel macro.

REFERENCIAS

ALARCÓN, J., F., 2019. *Aplicación de métodos de Índices de Calidad de Agua (ICA) en el río Rímac*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos 2019.

ARCOS VARGAS, Cristian Rodrigo. Generación de un modelo espacial de dispersión de contaminantes y calidad del agua aplicando el modelo de Kriging en la Microcuenca de la Quebrada Ortega-cantón Quito. 2015. Tesis de Licenciatura.

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA. 2018. Diagnóstico de Calidad De Agua Cuenca Camaná.

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA. 2020. Índice de Calidad Ambiental de los Recursos Hídricos Superficiales. ICARHS. 2020 Obtenida de: <https://hdl.handle.net/20.500.12543/4479>

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA. DIRECCIÓN DE CALIDAD Y EVALUACIÓN DE RECURSOS HÍDRICOS 2018. Clasificación de los cuerpos de agua continentales superficiales. S.L.: Ediciones ANA, 2018. Obtenida de: <https://hdl.handle.net/20.500.12543/2439>

AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA, 2018. *Diagnóstico calidad de agua cuenca Camaná*. 2018.

BOSQUES SENDRA, Joaquin. Sistemas de Información Geográfica. Segunda edición corregida. Editorial RIALP SA Madrid, 2000.

BUZAI, G.D.; BAXENDALE, C.A. 2010. Actas I Congreso Internacional sobre Ordenamiento Territorial y Tecnologías de la Información Geográfica. Obras Colectivas 24. Universidad de Alcalá de Henares, Alcalá. (En línea). [Fecha de consulta: 4 diciembre 2021] ISBN 978-84-8138-920-3

CARRILLO, M., S., y URGILES, P., D., 2016. *Determinación Del Índice De Calidad De Agua Ica-Nsf De Los Ríos Mazar Y Pindilig*". Universidad de Cuenca. (Tesis pregrado) Ecuador, 2016. Obtenida de: <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/23518>

CAHO, C., A., Y RODRÍGUEZ, E., A., 2017. *Determinación del Índice de Calidad*

de agua para el sector occidental del humedal torca-Guaymaral empleando las metodologías UWQI y CWQI. 2017. [en línea] Producción Limpia. Vol. 2 No 2, pp 25-49.

CHÁVEZ, L., N., 2015. *Evaluación espacial y temporal del índice de calidad del índice de calidad de agua del río Cazonas en Coatzintha*. Universidad Veracruzana. México: s.n., 2015.

CHIRINOS, Luis R.; MALLQUI, Carmen G. Comparación entre interpoladores espaciales en el estudio de distribución de partículas sedimentables insolubles en la cuenca atmosférica de lima y callao. Información tecnológica, 2016, vol. 27, no 4, p. 111-120.

CONGRESO DE LA REPÚBLICA, 2005. Ley General del Ambiente 28611, Perú, 2005. Obtenida de: <https://sinia.minam.gob.pe/normas/ley-general-ambiente>

CURE, L., M., 2012. *Determinación de la influencia del cambio de uso de suelo en la calidad ambiental de la cuenca del río Déleg*. Cuenca, Universidad Politécnica Salesiana Sede Cuenca. S.l.: ABYA-YALA, 2012. Tesis pregrado. Obtenida de: <https://dspace.ups.edu.ec/handle/123456789/2003>

DELGADO MANRIQUE, Freddy Alvaro. Diagnóstico de la calidad del agua y diseño de propuesta de solución para la zona crítica establecida mediante el índice de calidad de agua (Ica) en el Río Colca. 2019.

FERNÁNDEZ COLLADO, Carlos; BAPTISTA LUCIO, Pilar; HERNÁNDEZ SAMPIERI, Roberto. Metodología de la Investigación. Editorial McGraw Hill, 2014.

FLORES, R., S., y VELA, N., C., 2021. *Índice De Calidad Ambiental de los Recursos Hídricos Superficiales (Icarhs) de la Unidad Hidrográfica Bajo Marañón, Período 2014-2020*. Universidad Científica del Perú. (Tesis pregrado). San Juan bautista, 2021. Obtenida de: <http://repositorio.ucp.edu.pe/handle/UCP/1492>

FUENZALIDA, Manuel, et al. Geografía, geotecnología y análisis espacial: tendencias, métodos y aplicaciones. 2015.

GARCIA CASTILLO, S. A.; SOSSA DUQUE, E. Y. Modelo espacio temporal

ajustado a la metodología del IDEAM para el cálculo de los Índices de Calidad de Agua, aplicado sobre la quebrada Peñitas del municipio de Segovia Antioquia Colombia (2020).

GARCÍA, A. Criterios modernos para evaluación de la calidad del agua para riego. IAH, 2012, vol. 7, p. 27-36.

GARCÍA, FJ Moral. Aplicación de la geoestadística en las ciencias ambientales. Ecosistemas, 2004, vol. 13, no 1.

HILARIO, M., R., y MAMANI, L., 2021. *Variación Del Índice De Calidad De Agua Aplicando la Metodología Ica-Pe, Del Río Escalera, en el Distrito De Huaychocolpa, Provincia de Huancavelica Durante el Periodo 2015.2018*. Universidad Nacional de Huancavelica. (Tesis pregrado), Huancavelica, 2021. Obtenida de: <http://repositorio.unh.edu.pe/handle/UNH/3465>

HUMACATA, Luis. Aportes metodológicos del análisis espacial con Sistemas de Información Geográfica a la clasificación espacial en Geografía. Red Sociales, 2014, vol. 3, p. 118-147.

INCLAM, 2015. Evaluación de Recursos Hídricos en la Cuenca Camaná-Majes-Colca. ANA, p. 805

.INSTITUTO NACIONAL DE ESTADÍSTICA E INFORMÁTICA, 2017. *Censos Nacionales 2017: XII de población, VII de vivienda y III de Comunidades Indígenas.2017*.

INSTITUTO DE HIDROLOGÍA METEOROLOGÍA Y ESTUDIOS AMBIENTALES. *Índice de Calidad del agua en corrientes superficiales (ICA)*.

INRENA; Metodología del programa de formalización de derecho de uso de agua con fines agrarios PROFODUA. 2007.

JIMÉNEZ y LLICO. 2020. *Evaluación De La Calidad Del Agua en El Río Muyoc, Aplicando El Índice De Calidad Ambiental para agua, Cajamarca 2019*. Universidad Nacional del Norte. (Tesis pregrado). 2020.

LI, Jin; HEAP, Andrew D. Una revisión de los métodos de interpolación espacial para científicos ambientales. 2008. (En línea). [Fecha de consulta: 4 diciembre 2021] ISBN 1448-2177 http://www.ga.gov.au/webtemp/image_cache/GA12526.pdf

LOZADA, José. Investigación aplicada: Definición, propiedad intelectual e industria. *Ciencia América: Revista de divulgación científica de la Universidad Tecnológica Indo américa*, 2014, vol. 3, no 1, pág. 47-50.

MEZA, Carlos. Aplicación del Sistema de Información Geográfica (Sig) en el modelamiento del río Ucayali [en línea]. Perú: Lima, 2010 [fecha de consulta: 4 diciembre 2021]

MESA, A., D., MESA, A., D., MONTENEGRO, C., E., y GAONA, P., A., 2017. Análisis geo estadístico y predicción espacial para el índice de calidad del agua en el río Bogotá. En *Global Partnerships for Development and Engineering Education: Proceedings of the 15th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology, July 19-21, 2017, Boca Raton, FL, United States*. Latin American and Caribbean Consortium of Engineering Institutions, 2017. p. 104.

MELO MARTÍNEZ, Carlos Eduardo, et al. Análisis geoestadístico espacio tiempo basado en distancias y splines con aplicaciones. 2012. Tesis Doctoral. Universitat de Barcelona.

MINISTERIO DEL AMBIENTE. Estándares de Calidad Ambiental, Decreto Supremo N° 004-2017 - MINAM, Perú, 2017.

MIGUEL, Santos Preciado José. Sistemas de información geográfica. Editorial UNED, 2020

MITCHELL, 1991, LOAIZA, 2009, DELGADO, F., A., 2019. *Diagnóstico de la calidad de agua y diseño de propuesta de solución para la zona crítica establecida mediante el índice de calidad de agua (ICA) en el río colca*. Universidad Nacional de San Agustín. 2019.

MONGE, Anayansi Wong; GONZÁLEZ, Alejandra María Rojas. Análisis multivariado y geoestadístico de calidad de aguas en el Distrito de Riego Arenal-Tempisque. Ingeniería. *Revista de la Universidad de Costa Rica*, 2021, vol. 31, no

2, p. 57-79.

ORDUÑA, F. Aplicaciones de software SIG: ArcGIS 9.2. Lección 1: Introducción a ArcGIS Desktop. UNIGIS Girona. 9ª ed. España. Universidad de Girona. 2007

ORGANIZACIÓN DE LAS NACIONES UNIDAS PARA LA ALIMENTACIÓN Y LA AGRICULTURA (FAO). Afrontar la escasez del agua: Un marco de acción para la agricultura y la seguridad alimentaria. 2013. Disponible en: <https://www.fao.org/3/i3015s/i3015s.pdf>

PARDO, D. Análisis multitemporal del índice de calidad de agua (Ica) determinado por métodos estadísticos para el humedal de Jaboque en la ciudad de Bogotá para los años 2009 y 2017. [Internet]. 2018. [citado: 2021, noviembre] Disponible en: <http://hdl.handle.net/10654/20380>

PÉREZ ORTEGA, María. Aplicaciones de la teledetección y SIG en la caracterización de humedales en la reserva de la biosfera de La Mancha húmeda. 2011.

PIMIENTA PRIETO, Julio Herminio; DE LA ORDEN HOZ, Arturo. Metodología de la Investigación. 2017.

QUINO, Israel y QUINTANILLA, Jorge. ÍNDICE DE CALIDAD DEL AGUA EN LA CUENCA DEL LAGO POOPÓ -URU URU APLICANDO HERRAMIENTAS SIG. Rev. Bol. Quim [online]. 2013, vol.30, n.1 [citado 2022-02-07], pp.91-101. Disponible en: <http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0250-54602013000100013&lng=es&nrm=iso>. ISSN 0250-5460.

QUIROZ, L., S., IZQUIERDO, E., y Menéndez, C., 2017. *Aplicación del índice de calidad de agua en el río Portoviejo*, Ingeniería Hidráulica y Ambiental. Ecuador. vol 38. No 3. pp 41-51.

RODAS, C., M., 2018. *Análisis Cartográfico de los ríos Atacames y Súa, aplicando los sistemas de información geográfica (SIG) y la teledetección*. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. Tesis pregrado. Esmeraldas, 2018. Obtenida de: <https://repositorio.pucese.edu.ec/handle/123456789/1742>

RIOS SILVA, Lucas José. Modelación geoespacial del impacto paisajístico (suelo y cobertura vegetal) en la Loma de Carabayllo debido a la expansión urbana entre el 2006 y el 2017. 2017.

SANCHEZ CRUZ, Yoany y AMOROS NUNEZ, Magaly. Gestión del agua urbana mediante Análisis Espacial en los SIG. RIHA [en línea]. 2012, vol.33, n.3 [citado 2021-12-04], pp.58-71. Disponible en: http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382012000300005&lng=es&nrm=iso. ISSN 1680-0338.

VÁSQUEZ, F., 2010. *Evaluación Del Índice De Calidad Del En El Área De Influencia Del Botadero Municipal De Tarapoto Sector Yucatina - San Martín - Perú*. Universidad Nacional de San Martín Tarapoto (tesis posgrado), Junio, 2010. Obtenida de: <http://hdl.handle.net/11458/461>.

VARGAS, José; DE LA FUENTE, Luis; LÓPEZ, Alfonso Gutiérrez. Análisis Geoestadístico para describir la distribución espacial de la precipitación de una Cuenca Patagónica. Aqua-LAC, 2009, vol. 1, no 1, p. 29-41.

VELARDE, B., G., 2016. *Índice de calidad de agua superficial del río Chili en el sector de Sachaca - Tiabaya-Hayco*. Universidad Nacional de San Agustín (tesis pregrado), 2016.

VELÁZQUEZ, Alberto Porras. Método Kriging de inferencia espacial. 2017.

VULNERABILIDAD AMBIENTAL EN CUENCAS HIDROGRÁFICAS SERRANAS MEDIANTE SIG por Gaspari, Fernanda J. [et al]. Multequina [en línea], 2011, núm. 20, pp. 3-13 [Fecha de consulta: 25 de noviembre de 2021]. <https://www.redalyc.org/pdf/428/42824203001.pdf> ISSN: 0327-9375

WILCHEZ, Cindy Daniela Mesa, et al. Análisis geoestadístico y predicción espacial para el índice de calidad del agua en el río Bogotá. En Global Partnerships for Development and Engineering Education: Proceedings of the 15th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology, July 19 21, 2017, Boca Raton, FL, United States. Latin American and Caribbean Consortium of Engineering Institutions, 2017. p. 104.

WU ZAOSHI. 2017. *Evaluación de la calidad del agua de los ríos mediante el índice de calidad del agua en la cuenca del lago Taihu, China*. Vol. 612. PP. 914-922 Taihu 2017. Obtenida de: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2017.08.293>

Anexo 4. Datos de resultado de calidad de agua para el punto de monitoreo 134Rcolc4.

PARAMETROS	UNIDAD	ECA-AGUA Categ. 3			134Rcolc4					
		D1		D2	Set-17	Abr-18	May-19	Dic-19	Ene-20	May-21
		Agua para riego no restringido	Agua para riego restringido	Bebida de animales	1	2	3	4	5	6
PH	Unid de pH	6,5 - 8,5		6,5 - 8,4	8.2	8.23	8.22	8.67	8.68	8.08
Conductividad	μS/cm	2 500		5 000	590.0	272.0	272.0	627	734.50	398.00
Oxígeno disuelto (OD)	mg/L	≥ 4		≥ 5	8.98	7.75	7.75	8.32	7.86	8.6
Demanda Química de oxígeno (DQO)	mg/L	40		40	< 2	3.7	< 2	6	10	< 2
Demanda Biológica de oxígeno (DBO5)	mg/L	15		15	< 2	< 2.00	< 2	< 2	< 2	< 2
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1000	2000	1000			7,8			
Aceites y Grasas (A y G)	mg/L	5		10			< 1,0	< 0,100		< 0,100
Aluminio	mg/L	5		5	0.087	0.464	0,071	0,288	0,288	0,110
Arsénico (As)	mg/L	0,1		0,2	0.02630	0.01388	0,01571	0,0319	0,0319	0,0129
Manganeso (Mn)	mg/L	0,2		0,2	0.01052	0.02335	0,00613	0,0402	0,0402	0,0081
Hierro (Fe)	mg/L	5		**	0.0924	0.51697	0,0454	0,320	0,320	0,107
Cadmio (Cd)	mg/L	0.01		0.05	< 0.00001	0.00010	< 0,00001	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010
Mercurio (Hg)	mg/L	0,001		0,01	< 0.00003	0.00018	< 0,00003	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
Plomo (Pb)	mg/L	0.05		0.05	0.0007	0.00081	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002	< 0,0002
Boro 5/	mg/L	1		5	0.613	0.274	0,257	0,655	0,655	0,294
Cobre (Cu)	mg/L	0.2		0.5	0.00216	0.00284	0,00167	0,0022	0,0022	0,0017
Zinc (Zn)	mg/L	2		24	< 0.0100	0.01056	< 0,0100	< 0,008	< 0,008	< 0,008

Anexo 5. Datos de resultado de calidad de agua para el punto de monitoreo 134RGran1.

PARAMETROS	UNIDAD	ECA-AGUA Categ. 3			134RGran1					
		D1		D2	Set-17	Abr-18	May-19	Dic-19	Ene-20	May-21
		Agua para riego no restringido	Agua para riego restringido	Bebida de animales	1	2	3	4	5	6
PH	Unid de pH	6,5 - 8,5		6,5 - 8,4	8.46	8.37	8.40	8.37	8.76	7.78
Conductividad	µS/cm	2 500		5 000	1291.0	848.0	1,213.0	1391	1,580.00	1,338.00
Oxígeno disuelto (OD)	mg/L	≥ 4		≥ 5	8.34	6.37	6.13	8.56	5.02	10.02
Demanda Química de oxígeno (DQO)	mg/L	40		40	< 2	4.0	< 2	12	8	3
Demanda Biológica de oxígeno (DBO5)	mg/L	15		15	< 2	< 2.00	< 2	< 2	2	3
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1000	2000	1000	4.5	26		23	7.8	
Aceites y Grasas (A y G)	mg/L	5		10			< 1,0	< 0,100	< 0,100	< 0,100
Aluminio	mg/L	5		5	0.010	0.045	0,025	0,014	0,020	0,020
Arsénico (As)	mg/L	0,1		0,2	0.05065	0.05219	0,05877	0,0628	0,0571	0,0571
Manganeso (Mn)	mg/L	0,2		0,2	0.00427	0.03719	0,01837	0,0115	0,0074	0,0074
Hierro (Fe)	mg/L	5		**	0.0095	0.04731	0,0272	0,022	0,029	0,029
Cadmio (Cd)	mg/L	0.01		0.05	< 0.00001	< 0.00005	< 0,00001	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010
Mercurio (Hg)	mg/L	0,001		0,01	< 0.00003	< 0.00006	< 0,00003	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
Plomo (Pb)	mg/L	0.05		0.05	< 0.0002	0.00006	< 0,0002	0,0003	0,0004	0,0004
Boro 5/	mg/L	1		5	1.443	0.719	1.02	1.94	1.62	1.62
Cobre (Cu)	mg/L	0.2		0.5	< 0.00003	0.00112	0,00110	0,0013	0,0013	0,0013
Zinc (Zn)	mg/L	2		24	< 0.0100	0.00077	< 0,0100	< 0,008	0,015	0,015

Anexo 6. Datos de resultado de calidad de agua para el punto de monitoreo 134RMaje1.

PARAMETROS	UNIDAD	ECA-AGUA Categ. 3			134RMaje1					
		D1		D2	Set-17	Abr-18	May-19	Dic-19	Ene-20	May-21
		Agua para riego no restringido	Agua para riego restringido	Bebida de animales	1	2	3	4	5	6
PH	Unid de pH	6,5 - 8,5		6,5 - 8,4	8.34	8.20	8.32	8.49	8.51	8.40
Conductividad	µS/cm	2 500		5 000	632.5	298.0	408.5	694	718.60	436.00
Oxígeno disuelto (OD)	mg/L	≥ 4		≥ 5	9.40	7.45	8.23	9.71	7.45	10.18
Demanda Química de oxígeno (DQO)	mg/L	40		40	< 2	3.9	13	9	7	9
Demanda Biológica de oxígeno (DBO5)	mg/L	15		15	< 2	< 2.00	8	< 2	< 2	9
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1000	2000	1000	33	93	49	110	4.5	110
Aceites y Grasas (A y G)	mg/L	5		10			< 1,0	< 0,100	< 0,100	< 0,100
Aluminio	mg/L	5		5	0.148	0.648	0,209	0,443	0,173	0,173
Arsénico (As)	mg/L	0,1		0,2	0.02444	0.01421	0,01594	0,0299	0,0145	0,0145
Manganeso (Mn)	mg/L	0,2		0,2	0.01523	0.03692	0,01964	0,0475	0,0101	0,0101
Hierro (Fe)	mg/L	5		**	0.1562	0.79382	0,2065	0,446	0,162	0,162
Cadmio (Cd)	mg/L	0.01		0.05	< 0.00001	0.00012	< 0,00001	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010
Mercurio (Hg)	mg/L	0,001		0,01	< 0.00003	0.00025	< 0,00003	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
Plomo (Pb)	mg/L	0.05		0.05	< 0.0002	0.00106	0,0004	0,0009	0,0004	0,0004
Boro 5/	mg/L	1		5	0.620	0.283	0,382	0,741	0,341	0,341
Cobre (Cu)	mg/L	0.2		0.5	0.00199	0.00373	0,00214	0,0024	0,0019	0,0019
Zinc (Zn)	mg/L	2		24	< 0.0100	0.01005	< 0,0100	0,029	0,014	0,014

Anexo 7. Datos de resultado de calidad de agua para el punto de monitoreo 134RMaje2.

PARAMETROS	UNIDAD	ECA-AGUA Categ. 3			134RMaje2					
		D1		D2	Set-17	Abr-18	May-19	Dic-19	Ene-20	May-21
		Agua para riego no restringido	Agua para riego restringido	Bebida de animales	1	2	3	4	5	6
PH	Unid de pH	6,5 - 8,5		6,5 - 8,4	8.49	8.24	8.42	8.32	8.22	8.1
Conductividad	μS/cm	2 500		5 000	754.20	356.0	533.7	1011	998.70	520.00
Oxígeno disuelto (OD)	mg/L	≥ 4		≥ 5	14.92	7.51	8.26	7.41	7.97	9.83
Demanda Química de oxígeno (DQO)	mg/L	40		40	< 2	3.5	< 2	10	3	8
Demanda Biológica de oxígeno (DBO5)	mg/L	15		15	< 2	< 2.00	4	< 2	< 2	8
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1000	2000	1000	11	1,100	170	490	130	1100
Aceites y Grasas (A y G)	mg/L	5		10			< 1,0	< 0,100		< 0,100
Aluminio	mg/L	5		5	0.092	0.725	0,260	0,821	0,821	0,275
Arsénico (As)	mg/L	0,1		0,2	0.02156	0.01395	0,01550	0,0276	0,0276	0,0127
Manganeso (Mn)	mg/L	0,2		0,2	0.02093	0.05085	0,03395	0,1066	0,1066	0,0241
Hierro (Fe)	mg/L	5		**	0.1063	0.96289	0,2952	0,889	0,889	0,291
Cadmio (Cd)	mg/L	0.01		0.05	< 0.00001	0.00011	< 0,00001	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010
Mercurio (Hg)	mg/L	0,001		0,01	< 0.00003	0.00021	< 0,00003	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
Plomo (Pb)	mg/L	0.05		0.05	< 0.0002	0.00147	0,0006	0,0014	0,0014	0,0006
Boro 5/	mg/L	1		5	0.678	0.326	0,404	0,761	0,761	0,378
Cobre (Cu)	mg/L	0.2		0.5	< 0.00003	0.00405	0,00197	0,0038	0,0038	0,0020
Zinc (Zn)	mg/L	2		24	< 0.0100	0.00972	< 0,0100	0,017	0,017	0,011

Anexo 8. Datos de resultado de calidad de agua para el punto de monitoreo 134RCama3.

PARAMETROS	UNIDAD	ECA-AGUA Categ. 3			134RCama3					
		D1		D2	Abr-17	Abr-18	May-19	Dic-19	Ene-20	May-21
		Agua para riego no restringido	Agua para riego restringido	Bebida de animales	1	2	3	4	5	6
PH	Unid de pH	6,5 - 8,5		6,5 - 8,4		8.23	8.55	8.81	8.78	7.99
Conductividad	μS/cm	2 500		5 000		405.0	528.6	1,047.00	1,062.00	516.00
Oxígeno disuelto (OD)	mg/L	≥ 4		≥ 5		8.42	8.52	11.60	10.54	9.77
Demanda Química de oxígeno (DQO)	mg/L	40		40		8.2	< 2	23	23	< 2
Demanda Biológica de oxígeno (DBO5)	mg/L	15		15		< 2.00	< 2	< 2	4	< 2
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1000	2000	1000		450	17	< 1,8		460
Aceites y Grasas (A y G)	mg/L	5		10			< 1,0	< 0,100		< 0,100
Aluminio	mg/L	5		5		0.801	0,101	1,942	1,942	0,280
Arsénico (As)	mg/L	0,1		0,2		0.01530	0,01225	0,0261	0,0261	0,0120
Manganeso (Mn)	mg/L	0,2		0,2		0.07419	0,02638	0.2561	0.2561	0,0429
Hierro (Fe)	mg/L	5		**		1.06	0,1142	2,681	2,681	0,384
Cadmio (Cd)	mg/L	0.01		0.05		0.00017	< 0,00001	0,00018	0,00018	< 0,00010
Mercurio (Hg)	mg/L	0,001		0,01		0.00012	< 0,00003	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
Plomo (Pb)	mg/L	0.05		0.05		0.00165	< 0,0002	0,0033	0,0033	0,0023
Boro 5/	mg/L	1		5		0.373	0,496	0,788	0,788	0,294
Cobre (Cu)	mg/L	0.2		0.5		0.00470	0,00138	0,0078	0,0078	0,0023
Zinc (Zn)	mg/L	2		24		0.01541	< 0,0100	0,023	0,023	< 0,008

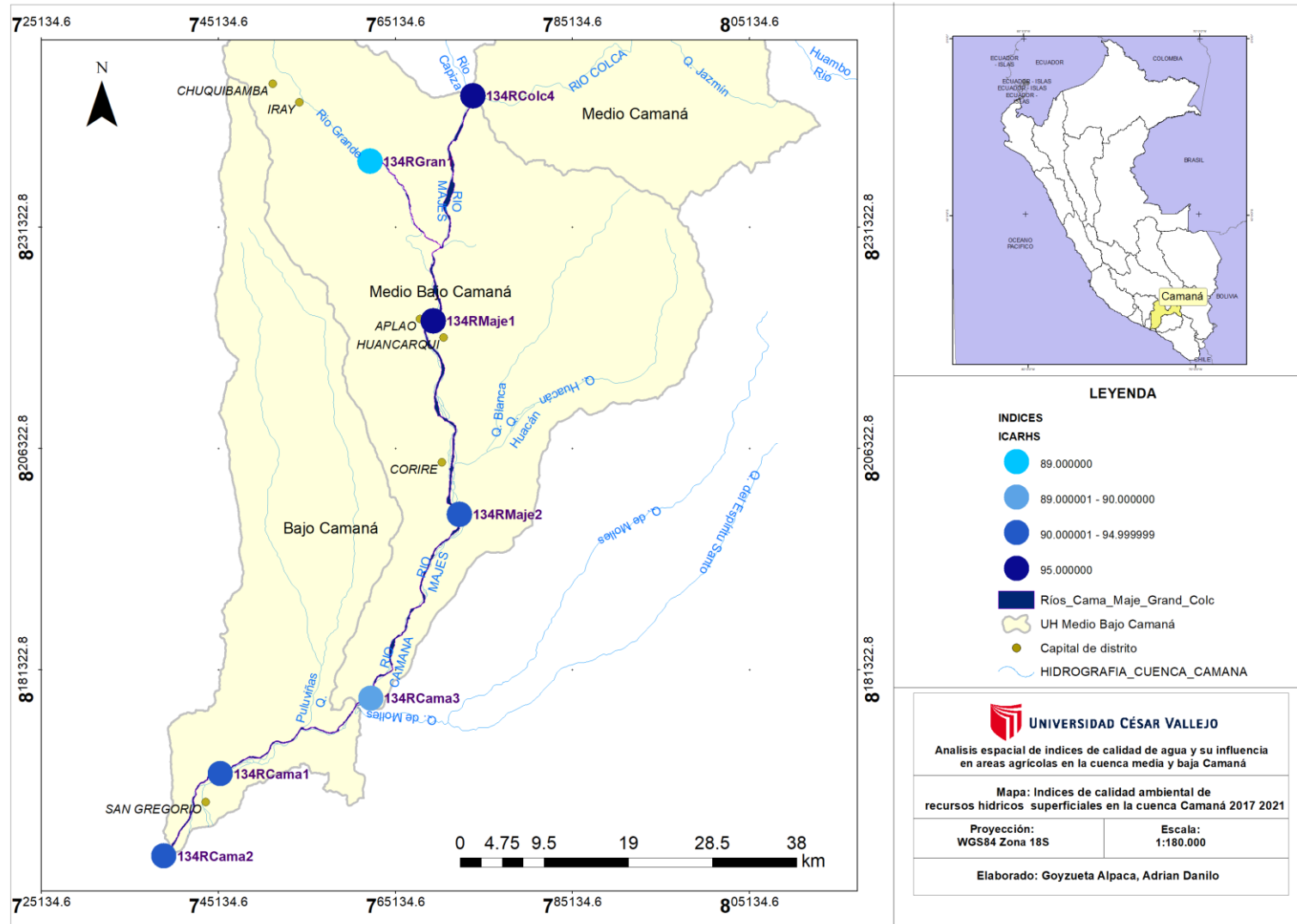
Anexo 9. Datos de resultado de calidad de agua para el punto de monitoreo 134RCama1.

PARAMETROS	UNIDAD	ECA-AGUA Categ. 3			134RCama1					
		D1		D2	Set-17	Abr-18	May-19	Dic-19	Ene-20	May-21
		Agua para riego no restringido	Agua para riego restringido	Bebida de animales	1	2	3	4	5	6
PH	Unid de pH	6,5 - 8,5		6,5 - 8,4	8.34	8.18	8.62	8.78	8.24	8.20
Conductividad	µS/cm	2 500		5 000	780.80	385.0	517	1,038.00	1,121.00	520.00
Oxígeno disuelto (OD)	mg/L	≥ 4		≥ 5	14.15	8.42	8.50	9.29	10.28	10.27
Demanda Química de oxígeno (DQO)	mg/L	40		40	< 2	4.0	< 2	28	12	11
Demanda Biológica de oxígeno (DBO5)	mg/L	15		15	< 2	< 2.00	< 2	< 2	2	11
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1000	2000	1000	79	1,700	460	11	17	790
Aceites y Grasas (A y G)	mg/L	5		10			< 1,0	< 0,100		< 0,100
Aluminio	mg/L	5		5	0.040	1.120	0,161	1,024	1,024	0,256
Arsénico (As)	mg/L	0,1		0,2	0.01868	0.01548	0,01446	0,0250	0,0250	0,0123
Manganeso (Mn)	mg/L	0,2		0,2	0.02545	0.07507	0,03464	0,1767	0,1767	0,0409
Hierro (Fe)	mg/L	5		**	0.0631	1.2	0,2078	1,218	1,218	0,314
Cadmio (Cd)	mg/L	0.01		0.05	< 0.00001	0.00014	< 0,00001	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010
Mercurio (Hg)	mg/L	0,001		0,01	< 0.00003	< 0.00006	< 0,00003	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
Plomo (Pb)	mg/L	0.05		0.05	< 0.0002	0.00189	0,0005	0,0017	0,0017	0,0007
Boro 5/	mg/L	1		5	0.468	0.383	0,358	0,879	0,879	0,308
Cobre (Cu)	mg/L	0.2		0.5	0.00250	0.00478	0,00153	0,0043	0,0043	0,0023
Zinc (Zn)	mg/L	2		24	< 0.0100	0.01536	< 0,0100	0,031	0,031	< 0,008

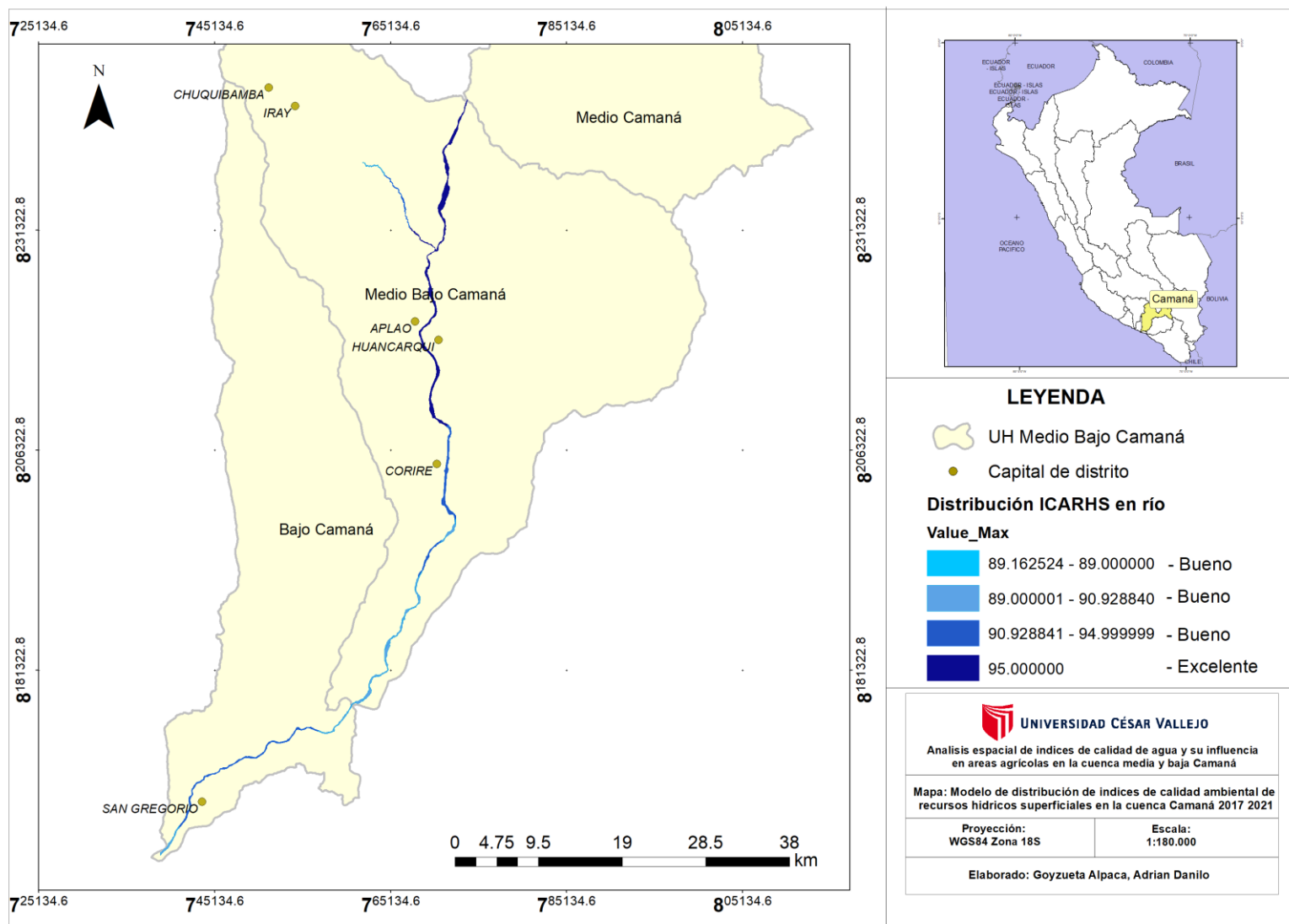
Anexo 10. Datos de resultado de calidad de agua para el punto de monitoreo 134RCama2.

PARAMETROS	UNIDAD	ECA-AGUA Categ. 3			134RCama2					
		D1		D2	Set-17	Abr-18	May-19	Dic-19	Ene-20	May-21
		Agua para riego no restringido	Agua para riego restringido	Bebida de animales	1	2	3	4	5	6
PH	Unid de pH	6,5 - 8,5		6,5 - 8,4	8.38	8.25	8.68	8.93	8.33	8.17
Conductividad	μS/cm	2 500		5 000	779.10	402.0	535.2	1012.00	1,129.00	517.00
Oxígeno disuelto (OD)	mg/L	≥ 4		≥ 5	14.24	8.68	8.54	10.60	10.43	10.57
Demanda Química de oxígeno (DQO)	mg/L	40		40	< 2	11.7	< 2	27.00	9	13
Demanda Biológica de oxígeno (DBO5)	mg/L	15		15	< 2	< 2.00	< 2	< 2	< 2	13
Coliformes Termotolerantes	NMP/100 ml	1000	2000	1000	110	2,200	< 1,8	11	7,8	110
Aceites y Grasas (A y G)	mg/L	5		10			< 1,0	< 0,100		< 0,100
Aluminio	mg/L	5		5	0.062	1.190	0,203	0,723	0,723	0,224
Arsénico (As)	mg/L	0,1		0,2	0.01934	0.01539	0,01487	0,0249	0,0249	0,0122
Manganeso (Mn)	mg/L	0,2		0,2	0.03649	0.07802	0,04245	0,1619	0,1619	0,0305
Hierro (Fe)	mg/L	5		**	0.0971	1.53	0,2599	0,854	0,854	0,255
Cadmio (Cd)	mg/L	0.01		0.05	< 0.00001	0.00015	< 0,00001	< 0,00010	< 0,00010	< 0,00010
Mercurio (Hg)	mg/L	0,001		0,01	< 0.00003	0.00009	< 0,00003	< 0,00005	< 0,00005	< 0,00005
Plomo (Pb)	mg/L	0.05		0.05	< 0.0002	0.00187	0,0011	0,0020	0,0020	0,0007
Boro 5/	mg/L	1		5	0.485	0.395	0,397	0,855	0,855	0,309
Cobre (Cu)	mg/L	0.2		0.5	0.00220	0.00538	0,00163	0,0033	0,0033	0,0019
Zinc (Zn)	mg/L	2		24	< 0.0100	0.01378	< 0,0100	0,015	0,015	< 0,008

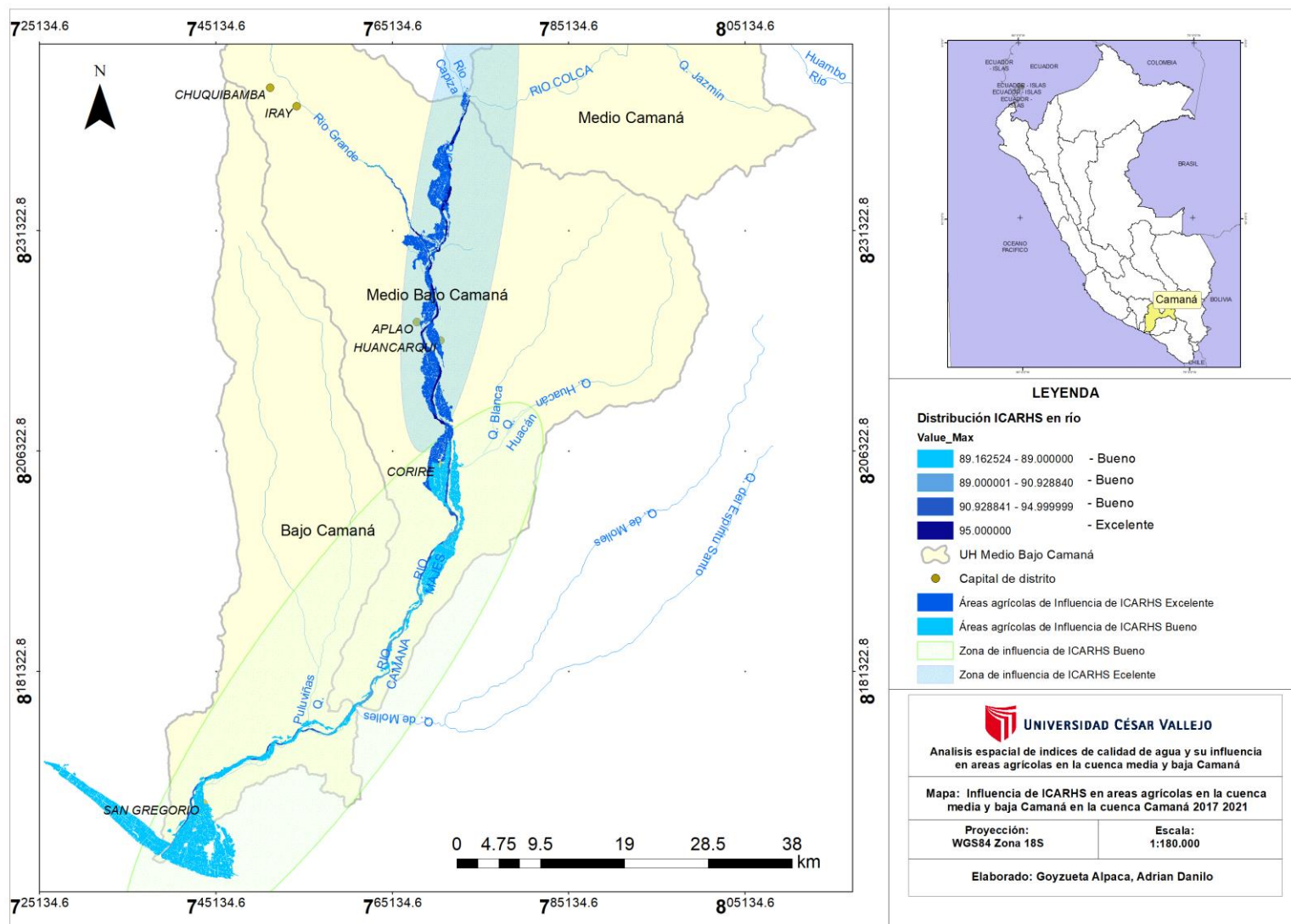
Anexo 11. Mapa de ICARHS en la cuenca Media Baja Camaná



Anexo 12. Mapa de modelos de distribución de ICARHS en la cuenca Media Baja Camaná




Anexo 13. Mapa de modelos de distribución de ICARHS en la cuenca Media Baja Camaná



Anexo 14. Matriz de operacionalización de variables

VARIABLES DE ESTUDIO	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	UNIDADES DE MEDIDA
V.I. Análisis espacial de índices de calidad de agua	El análisis espacial es una técnica matemática y estadística aplicada a los datos distribuidos sobre el espacio geográfico (Buzai y Baxendale, 2010)	Se determinarán los ICARHS de las unidades hidrográficas medio, medio bajo y bajo Camaná. Se analiza espacialmente los ICARHS con métodos de interpolación espacial estadística y superposición de capas utilizando SIG con el Software ArcGis los valores de los ICARHS.	Caracterización de la red de monitoreo y zona agrícola.	<ul style="list-style-type: none"> • Fuente de agua • Ubicación Cartografía • Bloque de riego • Volumen de uso • Áreas de uso • Red de monitoreo 	Río Coordenadas UTM Shapefile Numerico / Shapefile m3 Ha Coord. UTM
			Índices de calidad ambiental de recursos hídricos superficiales	<ul style="list-style-type: none"> • Alcance (F1) • Frecuencia (F2) • Amplitud (F3) • Eca´s Cat 3 	Excelente (95-100) Bueno (80-94) Regular (65-79) Malo (45-64) Pésimo (0-44)
			Análisis espacial de ICARHS en áreas agrícolas bajo riego.	ICARHS: <ul style="list-style-type: none"> • 134RColca4 • 134RGran1 • 134RMaje1 • 134RMaje2 • 134RCama1 • 134RCama2 • 134RCama3 	Shapefile
V.D Áreas de influencia agrícola	Son espacios geográficos de relación espacial e interacción entre elementos o distribuciones espaciales equidistantes (Sanchez y Amoros, 2012)	La determinación de áreas de influencia se realizará mediante la relación de la georeferenciación de las captaciones de agua y Shapefile de los bloques de riego de la cuenca media y baja Camaná y el análisis espacial de los ICARHS.	Alcance de captaciones de agua uso agrario	Georreferenciación	Coord. UTM
			Áreas agrícolas irrigadas con la captación de agua con determinado índice de calidad agua	Excelente (95-100) Bueno (80-94) Regular (65-79) Malo (45-64) Pésimo (0-44)	Ha.
			Modelo espacial cartográfico del alcance de los ICARHS en áreas agrícolas bajo riego.	ICARHS Áreas bajo riego	Shapefile

Anexo 15. Instrumentos de recolección de datos para la caracterización de la zona

	FICHA 1: RECOLECCIÓN DE DATOS PARA LA CARACTERIZACIÓN DE LA ZONA							INSTRUMENTO N° 1		
TITULO	Análisis espacial de índices de calidad de agua y su influencia en áreas agrícolas en la cuenca media y baja Camaná									
FACULTAD	Facultad de ingeniería y arquitectura									
AUTOR	Adrián Danilo Goyzueta Alpaca - Delia Liliana Jimenez Diaz									
ASESOR	MSc. Wilber Samuel Quijano Pacheco									
FECHA	Ene-22									
MUESTRA										
Cuenca:										
UH:		Coordenadas de Estación		Bloque de Riego	Coordenadas de captación de agua		Fuente de Agua	Carpeta Shp	Demanda de uso de agua	Area bajo riego
	MUESTRA	Este	Norte		Este	Norte				
UH Medio Camaná	Rio Colca	134RColo4								
UH Medio Bajo Camaná	Rio Grande Rio Majes	134RGran1								
		134RMaje1								
		134RMaje2								
UH Bajo Camaná	Rio Camaná	134RCama1								
		134RCama2								


 Dr. Eusebio Huancía Acosta Sotomayor
 CIP N° 25459

Firma del experto

CIP:

DNI:

Teléfono:



Firma del experto

CIP: 246384

DNI: 46598885

Teléf:


 YULI RAMOS BAUTISTA
 Ingeniera Ambiental
 CIP N° 239566

Firma del experto

CIP:

DNI:

Teléfono:

Coliformes termotolerantes	NMP/100mL	5	10									
Número de parámetros que NO cumplen												
Número Total de parámetros a evaluar												
Número de datos que NO cumplen el ECA												
Número total de datos												
F1												
F2												
F3												
Excedentes												
ICARHS												



Dr. Esterio Huarcía Acosta Sasambar
CIP N° 25459

Firma del experto

CIP:

DNI:

Teléfono:

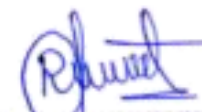


Firma del experto

CIP: 246384

DNI: 46598885

Teléf:



YULI RAMOS BAUTISTA
Ingeniera Ambiental
CIP N° 239566


Firma del experto

CIP:

DNI:

Teléfono:

Anexo 17. Instrumentos de recolección de datos para análisis espacial de ICARHS

		FICHA 3: RECOLECCIÓN Y SISTEMATIZACIÓN DE DATOS PARA EL ANALISIS ESPACIAL DE ICARHS						INSTRUMENTO N° 3
TITULO	Análisis espacial de índices de calidad de agua y su influencia en áreas agrícolas en la cuenca media y baja Camaná							
FACULTAD	Facultad de ingeniería y arquitectura							
AUTOR	Adrián Danilo Goyzueta Alpaca - Delia Liliana Jimenez Díaz							
ASESOR	MSc. Wilber Samuel Quijano Pacheco							
FECHA	Ene-22							
MUESTRA								
Est. De Monitoreo	Est. Monitoreo 1 134RColca4	Est. Monitoreo 2 134RGran1	Est. Monitoreo 3 134RMaje1	Est. Monitoreo 4 134RMaje2	Est. Monitoreo 5 134RCama1	Est. Monitoreo 6 134RCama2	Est. Monitoreo 7 134RCama3	
Valor de ICARHS								
ICARHS	Excelente (95-100)							
	Bueno (80-94)							
	Regular (65-79)							
	Malo (45-64)							
	Pésimo (0-44)							
Alcance de captaciones de agua								
Alcance de área bajo riego								


Dr. Eusebio Huancá Acosta Saenzalbar
CIP N° 25459

Firma del experto

CIP:

DNI:

Teléfono:



Firma del experto

CIP: 246384

DNI: 46598885

Teléf:



YULI RAMOS BAUTISTA
Ingeniera Ambiental
CIP-N°-239566

Firma del experto

CIP: 246384

DNI: 46598885

Teléfono:

Anexo 18. Solicitud y validación de instrumentos de recolección de datos



SOLICITUD: Validación de instrumento de recojo de información.

Ing. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar

Yo Adrian Danilo Goyzueta Alpaca, identificado con DNI N°71561966 y Delia Liliana Jimenez Diaz, identificado con DNI N° 77161978, alumnos del curso de Titulación de Ingeniería Ambiental, a usted con el debido respeto me presento y le manifiesto:

Que siendo requisito indispensable el recojo de datos necesarios para la tesis que vengo elaborando titulada: **"Análisis espacial de índices de calidad de agua y su influencia en áreas agrícolas en la cuenca media y baja Camaná"**, solicito a Ud. Se sirva validar el instrumento que le adjunto bajo los criterios académicos correspondientes. Para este efecto adjunto los siguientes documentos:

- Ficha de evaluación
- Instrumento
- Matriz de operacionalización de variables, Por tanto:

A usted, ruego acceder mi petición.

Lima, febrero 2022



Adrian Danilo Goyzueta Alpaca

DNI 71561966



Delia Liliana Jimenez Diaz

DNI 77161978

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 1

1. DATOS GENERALES

Apellidos y Nombres: Eusterio Horacio Acosta Suasnabar

Cargo o institución: Universidad Cesar Vallejo

Especialidad o línea de investigación: Ing. Ambiental

Nombre del instrumento: Instrumento de Caracterización

Autores del instrumento: Adrián Danilo Goyzueta Alpaca – Dalia Liliana Jimenez Diaz

2. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

3. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación SI
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

X

4. PROMEDIO DE VALORACIÓN

85%

Lima, enero del 2022



Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
CIP N° 25450

.....
Nombre y apellido
CIP:

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 2

1. DATOS GENERALES

Apellidos y Nombres: Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
Cargo o institución: Universidad Cesar Vallejo
Especialidad o línea de investigación: Ing. Ambiental
Nombre del instrumento: Instrumento de Determinación de ICARHS
Autores del instrumento: Adrián Danilo Goyzueta Alpaca – Dalia Liliana Jimenez Díaz

2. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

X

3. XOPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación SI
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

X

85%

4. PROMEDIO DE VALORACIÓN

Lima, enero del 2022



Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
CIP N° 23450

.....
Nombre y apellido
CIP:

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 3

1. DATOS GENERALES

Apellidos y Nombres: Eusterio Horacio Acosta Suasnabar

Cargo o institución: Universidad Cesar Vallejo

Especialidad o línea de investigación: Ing. Ambiental

Nombre del instrumento: Instrumento de Análisis Espacial

Autores del instrumento: Adrián Danilo Goyzueta Alpaca – Dalia Liliana Jimenez Diaz

2. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.										X			
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales										X			
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.										X			
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.										X			
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.										X			

3. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación SI
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

X

4. PROMEDIO DE VALORACIÓN

92%

Lima, enero del 2022



Dr. Eusterio Horacio Acosta Suasnabar
CIP N° 25450

.....
Nombre y apellido
CIP:



SOLICITUD: Validación de instrumento de recojo de información.

Ing. Annette Adriana Valencia Rodríguez

Yo Adrian Danilo Goyzueta Alpaca, identificado con DNI N°71561966 y Delia Liliana Jimenez Diaz, identificado con DNI N° 77161978, alumnos del curso de Titulación de Ingeniería Ambiental, a usted con el debido respeto me presento y le manifiesto:

Que siendo requisito indispensable el recojo de datos necesarios para la tesis que vengo elaborando titulada: "**Análisis espacial de índices de calidad de agua y su influencia en áreas agrícolas en la cuenca media y baja Camaná**", solicito a Ud. Se sirva validar el instrumento que le adjunto bajo los criterios académicos correspondientes. Para este efecto adjunto los siguientes documentos:

- Ficha de evaluación
- Instrumento
- Matriz de operacionalización de variables, Por tanto:

A usted, ruego acceder mi petición.

Lima, febrero 2022

Adrian Danilo Goyzueta Alpaca

DNI 71561966

Delia Liliana Jimenez Diaz

DNI 77161978

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 1

1. DATOS GENERALES

Apellidos y Nombres: Valencia Rodriguez, Annette Adriana

Cargo o institución:

Especialidad o línea de investigación: Ing. Ambiental

Nombre del instrumento: Instrumento de Caracterización

Autores del instrumento: Adrián Danilo Goyzueta Alpaca – Dalia Liliana Jimenez Diaz

2. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.									X				
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales											X		
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.													X
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.									X				
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

3. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación SI
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

X

4. PROMEDIO DE VALORACIÓN

92%

Lima, enero del 2022


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
 CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Annette
 Ing. Annette Adriana Valencia Rodriguez
 INGENIERA AMBIENTAL
 CIP 246384

Nombre y apellido
CIP:

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 2

1. DATOS GENERALES

Apellidos y Nombres: Valencia Rodriguez, Annette Adriana

Cargo o institución:

Especialidad o línea de investigación: Ing. Ambiental

Nombre del instrumento: Instrumento de Determinación de ICARHS

Autores del instrumento: Adrián Danilo Goyzueta Alpaca – Dalia Liliana Jimenez Díaz

2. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.										X			
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.									X				
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.													X
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.									X				
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

3. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación SI
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

X

92%

4. PROMEDIO DE VALORACIÓN

Lima, enero del 2022


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
 CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO
Annette Valencia
 Ine. Annette Adriana Valencia Rodriguez
 INGENIERA AMBIENTAL
 CIP: 248384

Nombre y apellido
CIP:

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 3

1. DATOS GENERALES

Apellidos y Nombres: Valencia Rodriguez, Annette Adriana

Cargo o institución:

Especialidad o línea de investigación: Ing. Ambiental

Nombre del instrumento: Instrumento de Análisis Espacial

Autores del instrumento: Adrián Danilo Goyzueta Alpaca – Dalia Liliana Jimenez Diaz

2. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE						MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE			
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.											X		
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.												X	
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.										X			
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.													X
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

3. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación SI
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

X

4. PROMEDIO DE VALORACIÓN

92%

Lima, enero del 2022


 COLEGIO DE INGENIEROS DEL PERÚ
 CONSEJO DEPARTAMENTAL CUSCO

 Ing. Annette Adriana Valencia Rodriguez
 INGENIERA AMBIENTAL
 CIP: 244384

Nombre y apellido
CIP:



SOLICITUD: Validación de instrumento de recojo de información.

Ing. Yuli Ramos Bautista

Yo Adrian Danilo Goyzueta Alpaca, identificado con DNI N°71561966 y Delia Liliana Jimenez Diaz, identificado con DNI N° 77161978, alumnos del curso de Titulación de Ingeniería Ambiental, a usted con el debido respeto me presento y le manifiesto:

Que siendo requisito indispensable el recojo de datos necesarios para la tesis que vengo elaborando titulada: "**Análisis espacial de índices de calidad de agua y su influencia en áreas agrícolas en la cuenca media y baja Camaná**", solicito a Ud. Se sirva validar el instrumento que le adjunto bajo los criterios académicos correspondientes. Para este efecto adjunto los siguientes documentos:

- Ficha de evaluación
- Instrumento
- Matriz de operacionalización de variables, Por tanto:

A usted, ruego acceder mi petición.

Lima, febrero 2022

Adrian Danilo Goyzueta Alpaca

DNI 71561966

Delia Liliana Jimenez Diaz

DNI 77161978

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 1

1. DATOS GENERALES

Apellidos y Nombres: Ramos Bautista, Yuli

Cargo o institución:

Especialidad o línea de investigación: Ing. Ambiental

Nombre del instrumento: Instrumento de Caracterización

Autores del instrumento: Adrián Danilo Goyzueta Alpaca – Dalia Liliana Jimenez Diaz

2. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													X
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.									X				
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

3. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación SI
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

X

4. PROMEDIO DE VALORACIÓN

94%

Lima, enero del 2022



YULI RAMOS BAUTISTA
Ingeniera Ambiental
CIP N° 239566

Nombre y apellido
CIP:

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 2

1. DATOS GENERALES

Apellidos y Nombres: Ramos Bautista, Yuli

Cargo o institución:

Especialidad o línea de investigación: Ing. Ambiental

Nombre del instrumento: Instrumento de Determinación de ICARHS

Autores del instrumento: Adrián Danilo Goyzueta Alpaca – Dalia Liliana Jimenez Díaz

2. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													X
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.										X			
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.											X		
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales												X	
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.											X		
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.											X		
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.										X			
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.									X				
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.											X		

3. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación SI
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

X

94%

4. PROMEDIO DE VALORACIÓN

Lima, enero del 2022



YULI RAMOS BAUTISTA
Ingeniera Ambiental
CIP N° 239566

Nombre y apellido
CIP:

VALIDACIÓN DE INSTRUMENTO 3

1. DATOS GENERALES

Apellidos y Nombres: Ramos Bautista, Yuli

Cargo o institución:

Especialidad o línea de investigación: Ing. Ambiental

Nombre del instrumento: Instrumento de Análisis Espacial

Autores del instrumento: Adrián Danilo Goyzueta Alpaca – Dalia Liliana Jimenez Diaz

2. ASPECTOS DE VALIDACIÓN

CRITERIOS	INDICADORES	INACEPTABLE					MINIMAMENTE ACEPTABLE			ACEPTABLE				
		40	45	50	55	60	65	70	75	80	85	90	95	100
1. CLARIDAD	Esta formulado con lenguaje comprensible.													X
2. OBJETIVIDAD	Esta adecuado a las leyes y principios científicos.												X	
3. ACTUALIDAD	Esta adecuado a los objetivos y las necesidades reales de la investigación.											X		
4. ORGANIZACIÓN	Existe una organización lógica.												X	
5. SUFICIENCIA	Toma en cuenta los aspectos metodológicos esenciales													X
6. INTENCIONALIDAD	Esta adecuado para valorar las variables de la Hipótesis.												X	
7. CONSISTENCIA	Se respalda en fundamentos técnicos y/o científicos.												X	
8. COHERENCIA	Existe coherencia entre los problemas objetivos, hipótesis, variables e indicadores.											X		
9. METODOLOGÍA	La estrategia responde una metodología y diseño aplicados para lograr probar las hipótesis.										X			
10. PERTINENCIA	El instrumento muestra la relación entre los componentes de la investigación y su adecuación al Método Científico.												X	

3. OPINIÓN DE APLICABILIDAD

- El Instrumento cumple con los Requisitos para su aplicación SI
- El Instrumento no cumple con Los requisitos para su aplicación

X

4. PROMEDIO DE VALORACIÓN

94%

Lima, enero del 2022



YULI RAMOS BAUTISTA
 Ing. Ambiental
 CIP N° 239566

 Nombre y apellido
 CIP: