



Universidad Nacional
SAN LUIS GONZAGA



[Reconocimiento-CompartirIgual 4.0 Internacional](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/)

Esta licencia permite a otras combinar, retocar, y crear a partir de su obra, incluso con fines comerciales, siempre y cuando den crédito y licencia a las nuevas creaciones bajo los mismos términos. Esta licencia suele ser comparada con las licencias copyleft de software libre y de código abierto. Todas las nuevas obras basadas en la suya portarán la misma licencia, así que cualesquiera obras derivadas permitirán también uso comercial.

<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>



UNIVERSIDAD NACIONAL SAN LUIS GONZAGA

EVALUACION DE ORIGINALIDAD

CONSTANCIA

El que suscribe, deja constancia que se ha realizado el análisis con el software de verificación de similitud al documento cuyo título es:

“Determinación de los parámetros fisicoquímicos en la cuenca del río Ica en el periodo octubre-enero 2019 Distrito de Los Molinos”

Presentado por:

BACH. MALPICA LEON, WALTER ALONSO

ROL DEL AUTOR del nivel PREGRADO de la Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria El resultado obtenido es PORCENTAJE DE SIMILITUD del 10% por el cual se otorga el calificativo de:

APROBADO,

Según Reglamento de Evaluación de la Originalidad

Se adjunta al presente el reporte de evaluación con el software de verificación de originalidad.

Ica, 26 de Octubre de 2021.

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA DE ICA"
FACULTAD DE ING. AMB. Y SANITARIA - UNIDAD DE INVESTIGACION
Dr. Jaime Martínez Hernández
DIRECTOR

UNIVERSIDAD NACIONAL "SAN LUIS GONZAGA DE ICA"
FACULTAD DE ING. AMB. Y SANITARIA - UNIDAD DE INVESTIGACION
Dr. Jaime Martínez Hernández
DIRECTOR

UNIVERSIDAD NACIONAL “SAN LUIS GONZAGA”
VICERRECTORADO DE INVESTIGACION
FACULTAD DE INGENIERÍA AMBIENTAL Y SANITARIA



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO
AMBIENTAL Y SANITARIO

**“Determinación de los parámetros fisicoquímicos en la
cuenca del río Ica en el periodo octubre-enero 2019 Distrito
de Los Molinos”**

Línea de investigación: Recursos Hídricos, Riesgos de Desastres y Cambio
Climático

PRESENTADO POR

BACH. MALPICA LEON, WALTER ALONSO

Asesor: Dr. Ramiro Zuzunaga Morales

.Ica- Perú

2021

DEDICATORIA

A Dios

Por haberme guiado con sabiduría durante este proceso

A mi Madre

Mabel León por haber sido instrumento de bendición y haberme apoyado en cada etapa de mi carrera.

El autor

AGRADECIMIENTO

A mi alma mater, la Universidad Nacional San Luis Gonzaga de Ica, por mi formación profesional. A mi asesor Aquiles Bendejú por guiarme y respaldarme durante todo el periodo.

A mi madre Mabel León Vergara, a mi padre Martin Pacheco Vara, a mi hermano Luis Stefano Pacheco, a mi abuela María Antonieta Vergara, por el apoyo y la confianza brindada durante el proceso de mi desarrollo personal y profesional.

A mis docentes y compañeros de estudios, con quienes nos compartimos muchos gratos momentos e intercambio de conocimiento

El Autor

INDICE DE CONTENIDO

	Pág
Portada	i
Dedicatoria	ii
Agradecimientos	iii
Índice de contenido	iv
Índice de Tablas	vii
Índice de figuras	viii
Resumen	ix
Abstract	x
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Realidad problemática	3
1.2. Formulación del problema	6
1.3. Antecedentes del problema de investigación	6
1.3.1. Antecedentes internacionales	6
1.3.2. Antecedentes nacionales	8
1.3.3. Antecedentes locales	9

1.4. justificación e importancia de la investigación	10
1.4.1. Justificación	10
1.4.2. Importancia	10
1.4.3. Viabilidad	11
1.4.4. Limitaciones	11
1.5. Objetivos	12
1.5.1. Objetivo general	12
1.5.2. Objetivo específico	12
II. ESTRATEGIA METODOLOGICA	13
2.1. Tipo de investigación	13
2.2. Nivel de investigación	13
2.3. Diseño de investigación	13
2.4. Población y muestra	13
2.4.1. Población	14
2.4.2. Muestra	14

2.4.3. Materiales	14
2.4.4. Método	15
2.5. Tecnología v Mecanismos de recolección v análisis de datos	15
2.5.1. Tecnologías de recolección de datos	15
2.5.2. Técnicas de análisis de datos	16
2.6. Procedimiento	16
2.6.1. Primer instrumento	17
2.6.2. Segundo instrumento	19
2.7. Definiciones importantes	31
2.7.1. Calidad del agua	31
2.7.2. Estándares de calidad ambiental	32
2.7.3. Parámetros fisicoquímicos	32
III. Resultados	37
IV. Discusión	51
V. Conclusiones	53
VI. Recomendaciones	54
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	55

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Puntos de muestreo del rio Ica	- 17 -
Tabla 2: Parámetros analizados en campo y en el Laboratorio de la FIAS - USLG	- 20 -
Tabla 3: Equipos e instrumentos que han sido utilizados en los análisis	- 20 -
Tabla 4: Resultados de los análisis de los puntos de muestreo del rio Ica en el distrito de Los Molinos desde el caserío La Parra hasta la bocatoma de la Achirana. Mes de octubre del año 2018.....	- 37 -
Tabla 5: Resultados de los análisis de los puntos de muestreo del rio Ica en el distrito de Los Molinos desde el caserío La Parra hasta la bocatoma de la Achirana. Mes de noviembre del año 2018	- 38 -
Tabla 6: Resultados de los análisis de los puntos de muestreo del rio Ica en el distrito de Los Molinos desde el caserío La Parra hasta la bocatoma de la Achirana. Mes de diciembre del año 2018.....	- 39 -
Tabla 7: Resultados de los análisis de los puntos de muestreo del rio Ica en el distrito de Los Molinos desde el caserío La Parra hasta la bocatoma de la Achirana. Mes de enero del año 2019.....	- 41 -
Tabla 8: resultados obtenidos en el periodo octubre-enero 2019.....	- 42 -
Tabla 9: Resultados de Temperatura	- 43 -
Tabla 10: Resultados de pH	- 43 -
Tabla 11: Resultados de Conductividad	- 44 -
Tabla 12: Resultados de STD.....	- 44 -
Tabla 13: Resultados de Salinidad (%NaCl)	- 45 -
Tabla 14: Resultados de Turbidez	- 45 -
Tabla 15: Resultados de fosfato	- 46 -
Tabla 16: Resultados de nitrato	- 46 -
Tabla 17: Resultados de nitrito.....	- 47 -
Tabla 18: Resultados de aluminio	- 47 -
Tabla 19: Resultados de cobre	- 48 -
Tabla 20: Resultados de hierro.....	- 48 -
Tabla 21: Resultados de cadmio.....	- 49 -
Tabla 22: Resultados de plomo	- 50 -
Tabla 23: Resultados de zinc.....	- 50 -

INDICE DE FIGURAS

Figura 1 Mapa de clasificación climática- Ica	- 5 -
Figura 2 Mapa de ubicación de los puntos de monitoreo del río Ica.....	- 18 -
Figura 3: Fotómetro multiparámetro (colorímetro)	- 24 -
Figura 4: Medidor multiparámetro	- 24 -
Figura 5: Turbidímetro.....	- 25 -

RESUMEN

El trabajo de investigación tiene como objetivo fundamental determinar los parámetros fisicoquímicos de las aguas superficiales del río Ica en el distrito de Los Molinos con el fin de tener una respuesta de la calidad del agua del río, para lo cual se compara con los resultados de los parámetros fisicoquímicos con los estándares de la calidad del agua categoría 3, aprobados en el D.S. 004-2017-MINAM, los parámetros que se eligieron en la investigación como Temperatura, pH, conductividad, STD, salinidad, nitrato, nitrito, fosfato, aluminio, cadmio, cobre, hierro, plomo y zinc; en el periodo de octubre-enero 2019, los meses de octubre y noviembre son en época de seca, y los meses de diciembre y enero son en época húmeda, se observa a partir de los resultados determinados que los parámetros como el pH, conductividad, STD, nitratos, nitritos, fosfatos, aluminio y plomo, están dentro de los ECAs de la normatividad; en cambio los metales como el cobre, cadmio y zinc están ligeramente por encima de los ECAs normados y considerablemente el hierro, en época de seca y en época húmeda el cobre cadmio, zinc y hierro son mayores de los ECAs normados debido a que son arrastrados por el aumento del caudal del río, lo cual nos indica que la contaminación del río es a causa de las actividades antropogénicas de los pobladores y las empresas de la rivera del río, es necesario tomar acciones para mitigar dicha problemática ambiental.

Palabras claves: monitoreo, parámetros fisicoquímicos, estándares de calidad ambiental

ABSTRACT

Research work Its main objective is to determine the physicochemical parameters of the surface waters of the Ica river in the Los Molinos district in order to have an answer of the river water quality, for which it is compared with the results of the physicochemical parameters with the Category 3 water quality standards, approved in DS 004-2017-MINAM, the parameters that were chosen in the research such as Temperature, pH, conductivity, STD, salinity, nitrate, nitrite, phosphate, aluminum, cadmium, copper, iron, lead and zinc; In the period of October-January 2019, the months of October and November are in the dry season, and the months of December and January are in the wet season, from the results it is observed that the parameters such as pH, conductivity, STD , nitrates, nitrites, phosphates, aluminum and lead, are within the ECAs of the regulations; On the other hand, metals such as copper, cadmium and zinc are slightly above the regulated ECAs and iron considerably, in the dry season and in the wet season, copper cadmium, zinc and iron are higher than the regulated ECAs because they are carried over Due to the increase in the flow of the river, which indicates that the contamination of the river is due to the anthropogenic activities of the residents and companies of the river bank, it is necessary to take actions to mitigate said environmental problems.

Key words: monitoring, physicochemical parameters, environmental quality standards

I. INTRODUCCIÓN

El crecimiento poblacional causa un incremento en necesitar más recursos naturales. Directamente una de las consecuencias es la disposición de agua para consumo humano y para actividades agrícolas, comerciales e industriales. Evaluar la calidad del agua, a menudo es diagnosticada a través de análisis fisicoquímicos y bacteriológicos. Una de las riquezas muy importantes en el Perú es el recurso hídrico, que está conformado por una amplia diversidad de cuerpos de agua como ríos, riachuelos, quebradas, lagunas, lagos y mares. Los cuales forman las microcuencas, subcuencas, cuencas Hidrográficas y unidades hidrográficas, teniendo una gran contribución en el desarrollo y sustento de las comunidades, en las diversas actividades tanto domesticas como agropecuarias, cuyos residuos y desechos han generado un impacto en el recurso hídrico manifestado en la disminución de la calidad del mismo. En el recorrido del rio Ica aguas arriba y aguas abajo es contaminado mayormente por las actividades humanas, agrícolas y ganaderas, por tal motivo se sugiere un ordenamiento territorial de los diversos municipios intervinientes.

Los ICA vienen a ser un componente fundamental del manejo adecuado de los de los recursos hídricos [1]. En el caso que no se cumplen con los diversos estándares de los ICA, se plantearía que los usuarios tendrían que realizar un pago adicional para llevar a cabo el tratamiento del agua con la finalidad de disminuir que ocasione daños o pérdidas. Los fundamentales esfuerzos y los costos generados en realizar la gestión del recurso hídrico buscando la protección y gestionar la calidad. La calidad y la cantidad del agua está relacionada con los conflictos de los usuarios diversos [2]. Para una serie de usos los cuerpos de agua puede servir inclusive puede transportar y asimilar desechos. Conforme estos desechos se van integrando a los cuerpos del agua, la calidad se altera. En la actualidad el agua es una necesidad primordial del ser humano para ser bebida, en el cosido de sus alimentos y el saneamiento, para lograr la satisfacción de dichas necesidades la calidad del agua es fundamental y que no represente riesgo alguno en la salud de la población. Los ecosistemas son afectados en la naturaleza por la calidad del agua. Además es triste que los humanos a los cuerpos de aguas lo utilizan para el vertimiento de aguas residuales agrícolas, domesticas e industriales hecho que degrada la calidad del agua. Se han desarrollado varios modelos para predecir los efectos sobre la calidad del agua.

Todos los organismos vivos necesitan cantidad y calidad de agua para vivir, aunque algunas especies acuáticas tienen la capacidad de tolerar diversos niveles de calidad de agua [1] [3]. Pese a lo cual, en los países desarrollados, beber agua de las diferentes fuentes como naturales superficiales o subterráneas; por lo general es necesario realizar un tratamiento para que estén aptos para consumo de los pobladores. Por todas las dificultades que tiene en relación con los recursos hídricos es fundamental llevar a cabo monitoreos, investigaciones y manejo adecuado en garantizar una gestión que sea efectiva. El río Ica es la fuente principal que provee de agua al hermoso valle de la provincia de Ica, se usa en diferentes actividades entre las más importantes la agroindustrial, agrícola, la minería, la industria, recreacional y uso doméstico. Últimamente el río se ha convertido en un botadero y vertedero de desechos de los poblados de las riveras del río y de las industrias. La eutrofización del río se produce por los pesticidas químicos y fertilizantes. Además otra de las fuentes de contaminación es la escorrentía de las zonas agrícolas adyacentes al río. Asimismo, la minería informal artesanal y la gran minería que se realiza a lo largo del río contribuyen en la contaminación. Es necesario una evaluación de la calidad del agua para examinar los impactos generados por las diversas actividades. El presente estudio se realiza con la finalidad de determinar los parámetros fisicoquímicos del agua del río, obtener una respuesta cómo influye en la contaminación del agua las diversas actividades antropogénicas y naturales, importante para tomar acciones estratégicas correctivas, conoedores de la gran importancia que tiene la calidad del agua para los diferentes usos.

La determinación del índice de calidad del agua (ICA), el que trata de un índice ambiental típico, que se puede usar como marco referencial. El ICA da la posibilidad de evaluar los que contribuyen en afectar la calidad del agua para los usos diferentes. Dicha evaluación es útil para comunicar y determinar la calidad del agua en los diferentes cuerpos de agua. Asimismo nos permite hacer la comparación de diferentes ríos o en diferentes puntos localizados del mismo río. El ICA utiliza documentación de calidad del agua y soporta cambios políticos de diferentes instituciones de monitoreo ambiental [1] [4]. Recolectar datos de diversas fuentes, permite llevar a cabo el desarrollo de en qué estado se encuentra el cuerpo de agua, buscando aumentar en comprender los problemas en la calidad del agua, por las instituciones gubernamentales, los usuarios de los recursos hídricos y público en general. El río Ica está sometido a diversas prácticas en la suministración de agua comunitaria, limpieza, riego, aseo, vertimiento de aguas residuales e industriales.

Se realizó el monitoreo en un periodo de cuatro meses en el cual se ha abarcado la época estiaje y la de lluvia en la parte alta, en cuatro puntos establecidos, evaluando la calidad del

agua del río Ica, por medio de los parámetros fisicoquímicos elegidos, dichos resultados se analizaron y compararon con los ECAs para el agua superficial en categoría 3, regulado por el decreto supremo 004-2017-MINAM. Lo importante que se ha podido realizar la identificación y evaluación del diagnóstico actual del río y a partir del presente estudio permitirá llevar a cabo comparaciones con estudios futuros y así poder tomar decisiones correctivas con respecto a la calidad del agua tomando en cuenta el uso.

1.1 Realidad problemática

El agua a nivel mundial es una problemática que se presenta desde años anteriores, debido a la distribución no equitativa de este vital líquido; la cantidad de agua dulce que puede ser usada para las actividades del hombre es tan solo un 3 %, es por ello que la calidad y preservación de ésta es importante para el desarrollo de la sociedad [5].

La calidad de las aguas se encuentra influenciada por las actividades antropogénicas [6] Actividades humanas diversas generan deterioro de la calidad en las aguas; la agricultura es una de las actividades que aporta al ambiente productos de fertilización y residuos fitosanitarios de plaguicidas; Las aguas residuales de la cría de ganado o de operaciones agroindustriales liberan importantes contaminantes orgánicos en los cuerpos de agua; Muchas descargas de origen humano, como las aguas residuales domésticas o de lavado, también terminan en arroyos que son afluentes de la red de aguas superficiales [6] de las cuencas de los ríos del país.

El crecimiento poblacional, así como el incremento de las actividades antropogénicas en las zonas donde se localizan las fuentes que abastecen de agua para la población son un factor importante que determina las características de ésta.

El cumplimiento de ciertas características fisicoquímicas y microbiológicas son importantes ya que el agua proveniente de la cuenca de río Ica, se utiliza para abastecimiento de la población de la provincia de Ica y para la agricultura del valle.

Tiene como objetivo el trabajo la determinación de los parámetros fisicoquímicos en los recursos hídricos en la cuenca en río Ica en el distrito de Los Molinos, las estaciones de monitoreo se han determinado cerca a la Bocatoma de la Achirana del Inca Pachacutec, con la finalidad de disminuir y revertir los problemas de contaminación por vertido de efluentes al ecosistema.

En el caso de los Recursos Hídricos, la justificación de estudios de evaluación de los recursos hídricos deriva de la escasez del agua en los ríos de la costa, del uso desmedido

del mismo y del incremento de la demanda. Gestiona y planificar los recursos hídricos en la cuenca exige conocer no solo el medio físico y la cantidad de agua disponible, sino también el balance hídrico integral de la cuenca.

Al ser una cuenca y no pasar por ningún tratamiento que adecue estas aguas para el uso en el riego de vegetales, el agua del río se ve afectada por los efluentes mineros que son descargados de una manera inapropiada, las actividades agrícolas y ganaderas a lo largo de toda la cuenca aguas arriba.

El problema de contaminación es múltiple y se presenta en formas diversas. El agua está expuesta de forma inevitable a la contaminación por los diversos organismos vivos en los cuales se incluyen a los que producen enfermedades al hombre por materia orgánica e inorgánica soluble. El agua de los mares y ríos han sido usados para la evacuación de desperdicios humanos y los ciclos biológicos del agua aseguran la reabsorción de dichos desperdicios. Una de las fuentes de contaminación motivo de esta tesis son los efluentes de la gran minería, la minería informal, la minería artesanal y las actividades agropecuarias, practicada en las riveras de la cuenca del río Ica.

En la presente investigación se brinda información concerniente a la calidad del agua para uso agrícola y se centra en los parámetros de calidad requeridos que debe cumplir el agua que sea destinada para este uso, la evaluación de la calidad de agua del río Ica. Identificar los parámetros que no cumplen los estándares requeridos se podrá tomar las medidas correctivas necesarias para subsanar los problemas presentes en el agua de riego. Así también, se plantea solucionar la problemática de contaminación de las aguas de la cuenca de Río Ica, donde el primer paso es conocer sus características de ubicación, hidrográficas y geomorfológicas del río [6].

A partir del año 2002, la autoridad local del agua (ANA) a través de Estudios Territoriales en las cuencas de ríos del Perú realiza permanentemente monitoreos de la cantidad y calidad de agua, de acuerdo a la normatividad, en todos los ríos del país.

La categoría del río actualmente es de categoría 3, clase 3, código de cuenca 1374, en el texto publicado en el diario nacional El Peruano, informe enviado mediante un correo electrónico del Ministerio de Agricultura.

El presente documento contiene los resultados de muestreo de la cuenca de Río Ica, realizado entre octubre-enero de 2019, donde se ha realizado la determinación de los

Los Recursos hídricos disponibles en la región de Ica son de tipo superficial y subterráneo. El valle de Ica desarrolla una agricultura bajo riego por que tiene condiciones altamente deficiente y escasa, debido a que el río Ica, que constituye una de sus principales fuentes de abastecimiento de agua, y de régimen muy irregular y de carácter torrencioso [7], con un rendimiento muy por debajo de las necesidades agrícolas del valle.

El balance entre la disponibilidad y las demandas de las aguas del valle establece la existencia de un déficit estacional y permanente que afecta seriamente el desarrollo de las actividades agrícolas. La masa anual del agua deficitaria ha sido estimada en 349.37 millones de m³., al 80% de duración. El período deficitario se inicia generalmente en el mes de junio y hasta febrero. La explotación del agua subterránea en las pampas aledañas al valle de Ica, Villacurí y Yauca – Tingue también es intensiva.

1.2 Formulación del problema

El presente proyecto formula la siguiente interrogante:

¿En qué medida la determinación de los indicadores fisicoquímicos en la cuenca del río Ica en el periodo de octubre-enero 2019 distrito de Los Molinos sirve para evaluar la calidad del agua y su contaminación?

1.3 Antecedentes

En muchas regiones del mundo, los usos abusivos y erróneos y la contaminación amenazan cada vez más la disponibilidad y calidad del agua; se considera con frecuencia que los bosques influyen fuertemente en estas dos variables. Sumado a esto, el cambio climático altera la función reguladora de los flujos de agua ejercida por los bosques condicionando la disponibilidad de los recursos hídricos.

1.3.1 Antecedentes internacionales

Artículo de investigación de CAHO RODRIGUEZ Carlos Andrés y LOPEZ BARRERA Ellie Anne (2017) “**Determinación del Índice de Calidad de Agua para el sector occidental del humedal Torca-Guaymaral empleando las metodologías UWQI y CWQI**” Universidad Sergio Arboleda, Bogotá, Colombia. Se determinó la igualdad de la UWQI y CWQI.

Artículo de investigación de GIL MARIN José Alexander, VIZCAINO Celeidys y MONTAÑO MATA Nelson José (2018) “**Evaluación de la calidad del agua**

superficial utilizando el índice de calidad del agua (ICA). Caso de estudio: Cuenca del Río Guarapiche, Monagas, Venezuela” Universidad de Oriente Monagas Venezuela, departamento de Ingeniería Agrícola, Escuela de Ingeniería Agronómica. Se concluye que las aguas requieren algún tratamiento previo antes del consumo humano [1] [8]

Artículo de investigación de RINCÓN GALÁN Yuijet Andrea, DAZA ARDILLA Diana del Socorro y CASTRILLÓN CARDONA William Fernando (2011) **“Diagnóstico actual de los parámetros fisicoquímicos como indicadores de contaminación ambiental en el río Acapulco, Condinamarca-Colombia”**. Se concluyó, la cuantificación de los parámetros fisicoquímicos permiten evaluar el impacto ambiental que generan las diferentes intervenciones antrópicas causadas en el río Apulo, categorizándolo como un cuerpo de agua eutrófico en materia de nutrientes y alfa-betamesosaprobio en términos de materia orgánica, este último indica un grado de contaminación crítica [9]

Artículo de investigación de QUINTERO RENDÓN Luz Adriana, AGUDELO EDISON, QUINTANA HERNÁNDEZ Yamith A., CARDONA GALLO Santiago A. y OSORIO ARIAS Andrés (2010) **“Determinación de indicadores para la calidad de agua, sedimentos y suelos, marinos y costeros en puertos Colombianos”** Universidad Nacional de Colombia sede Medellín. Se concluyó, el estudio plantea la propuesta de implementación de 8 indicadores para el seguimiento a la calidad de suelos en puertos, estos deberán validar a través de estudios que permitan establecer una línea que permite ratificarlos o excluir algunos que no tengan injerencia debido a la actividad específica que realiza cada puerto [10].

Artículo de investigación de HAHN VONHERRBERG Christine M, TORO Daniel Ricardo, GRAGALES QUINTERO Alberto, DUQUE QUINTERO Gina María y SERNA URIBE Lorena (2009) **“Determinación de la calidad del agua mediante indicadores biológicos y fisicoquímicos, en la estación piscícola, Universidad de Caldas, municipio de Palestina, Colombia”** Universidad de Caldas, Colombia. El objetivo del estudio fue determinar la calidad del agua mediante macroinvertebrados acuáticos y parámetros fisicoquímicos en la Estación Piscícola, Granja Montelindo (Universidad de Caldas), ubicada en la Vereda Santágueda (Municipio de Palestina) [11]

Artículo de investigación de SAMBRONI RUIZ Natalia Eugenia, CARBAJAL ESCOBAR Yesid y ESCOBAR Juan Carlos (2007) **“Revisión de parámetros**

fisicoquímicos como indicadores de calidad y contaminación del agua”

Universidad del Valle, Cali, Colombia. Se concluye, en la actualidad los indicadores de calidad y contaminación se presentan como una opción viable para la interpretación de variables físicas, químicas y biológicas de un programa de monitoreo, debido a que las diferentes variables son combinadas para generar un valor que puede ser interpretado fácilmente tanto por expertos como por la comunidad en general, permitiendo valorar las diferentes acciones tomadas a lo largo de la fuente [12].

1.3.2 Antecedentes nacionales

La tesis de LUNA CORIMANYA Katherine Dayana (2019) **“Determinación del índice de calidad del agua del río Asana de la cuenca Asana – Osmore - Ilo, del distrito de Tarata, provincia de Mariscal Nieto, Región Moquegua”** Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa. Se concluyó, Al evaluar y cuantificar 16 parámetros, ECAs para Categoría 3 [13].

La tesis de DIAZ TORIBIO Yeselin Margi (2019) **“Determinación de variables con mayor impacto en la calidad del agua, de la cuenca baja del río Chillón”** UNFV, FIGAE, Escuela profesional de Ingeniería Ambiental. Se concluyó, se puede observar que la mayoría de las variables presentes en el árbol de decisión tienen una correlación mayor a cero (0) respecto al Índice de Calidad ambiental del agua (ICA), los datos más altos varían entre 0.3 y 0.4 correspondientes al Aluminio, Arsénico, Boro, Cadmio, Cobre, Coliformes Termotolerantes y Conductividad Eléctrica, esta correlación sería calificada como una correlación “débil” al encontrarse alejada del uno (1) [14].

La tesis de ALARCON CORRO José Fernando 2019 **“Aplicación de métodos de índices de calidad de agua en el río Rímac”** UNMSM, FIGMMG. Se concluyó: Los valores del ICA del río Rímac, indican en su mayoría que los métodos NSF, León, Dinius e Idaho indican una calidad “regular”. Por otra parte, los ICA – PE y Universal indican una calidad de “bueno” a “regular”, el ICA – Idaho indica una calidad “marginal” y el ICA – Oregon indica una calidad “muy pobre”.

La tesis de SAAVEDRA MEJIA Liliana Naddyesda (2019) **“Caracterización fisicoquímica y biológica de la calidad del agua del río Llaucano de la ciudad**

de Bambamarca” UNC, FCA. Se concluyó: La calidad del agua del río Llaucano de la ciudad de Bambamarca evaluada a partir del análisis fisicoquímico y la comunidad de macroinvertebrados nos muestra que la mayor contaminación se presenta en el punto 2 y 3 con respecto a los huevos de helminto llegando a presentar valores de 8 y 7 HH/L respectivamente, con respecto a las coliformes termotolerantes llegando a presentar un valor de 35000 NMP/100 mL. [15] en el punto 3 durante el mes de mayo, los cuales corresponden con el gradiente de disminución de la calidad biológica, el cual refleja sus cambios en distintos atributos de la comunidad bentónica como riqueza, composición, abundancia o densidad de individuos [15].

La tesis de ATANACIO ROJAS Rosi Ángel (2018) **“Determinación de los parámetros fisicoquímicos para evaluar la calidad del agua en la laguna La Encantada provincia de Huaura 2016”** Universidad Nacional José Faustino Sánchez Carrión, Escuela de Posgrado. Se concluyó: Se caracterizó fisicoquímicamente en sus principales parámetros cuyos resultados se muestran en las tablas presentadas, donde se observa que una gran concentración de nutrientes que fomenta el desarrollo de flora y fauna extraña a la laguna. Se encontró a nivel superficial en las aguas de la laguna sólidos disueltos y suspendidos en una proporción moderada según la zona de toma muestra, apreciándose una tendencia a su reducción a medida que las aguas se aproximan a la zona de rebose de la laguna por mantener sus equilibrios bioquímicos propios. Trabajo de investigación de BELTRAN LAZARO Moisés Enrique y OCHOA LEÓN Henry Raúl (2013) **“Evaluación de la calidad del agua del canal de irrigación (CIMIRM), en el tramo de la estación experimental el Mantaro UNCP”** presentado por UNCP - Huancayo. Tiene como finalidad evaluar la calidad del agua del canal CIMIRM para uso agrícola mediante el análisis fisicoquímico, medición de la concentración de metales totales, sales y los análisis microbiológicos para dar un diagnóstico de la calidad de agua del canal de riego en el tramo que corresponde al distrito de El Mantaro de la provincia de Jauja [16]. Los resultados obtenidos fueron evaluados teniendo en cuenta los límites máximos permisibles de cada sustancia según normas legales para el agua de riego vegetal, vigentes en nuestro país, los resultados obtenidos indican que de los 21 parámetros seleccionados y analizados, el pH (varía desde 6 a 6,5) está por debajo de los límites permisibles; la Alcalinidad está por debajo de los límites permisibles; el Manganese sobrepasa los límites permisibles siendo este elemento

muy tóxico para los cultivos; los Coliformes fecales superan los límites permisibles lo cual nos indica una contaminación proveniente de residuos humanos y animales [16].

1.3.3 Antecedentes locales

La tesis de ESPINOZA HERNANDEZ Paola Del Rosario (2019) **“Determinación del índice de calidad ambiental de las aguas destinadas a consumo humano en el sector de Chanchajalla, distrito de la Tinguña, Ica-2019”** Universidad Privada del Norte, facultad de Ingeniería. Se concluyó: La concentración de los STD, cloruros, NO_3^- , NO_2^- , SO_4^- , dureza total de las aguas en el sector de Chanchajalla estuvieron dentro los ECAs y LMP, a excepción de los nitritos y sulfatos, quienes superaron los límites con valores promedio de 6.50 mg/L y 407.5 mg/L respectivamente. Con lo que se acepta la hipótesis que indica que estos parámetros superan los ECAs y LMP de acuerdo a la normatividad [17].

1.4 Justificación e importancia de la investigación

1.4.1 Justificación

La presente investigación se justifica plenamente la presente tesina por los aspectos ambientales de vigilancia y conservación de los ecosistemas fluviales, por las normas legales y la importancia de cumplir con la nueva ley de los recursos hídricos que tácticamente indican que toda actividad comercial e industrial debe considerar el impacto sobre el medio ambiente, debiendo en lo posible de evitar los riesgos de ruptura del equilibrio de nuestro ecosistema naturales.

1.4.2 Importancia

La presente investigación es importante esta investigación porque contribuye en el cuidado para determinar los contaminantes presentes en la cuenca del río debido al inadecuado manejo de los efluentes provenientes de la pequeña y de la gran minería que son contaminantes del agua que vamos a utilizar, tanto en el uso doméstico, agrícola, pecuaria y los seres vivos; porque esta contaminación por el uso indebido es peligroso y dañino.

En esta investigación se toma de referencia la ciudad de Ica, porque se ha venido practicando la minería informal sin tener un manejo adecuado de sus residuos sólidos y líquidos que son muy dañinos para los seres vivos de la tierra; en especial la población.

1.4.3 Viabilidad

En la cuenca del río Ica la contaminación del agua es de sumo peligro porque generaría daño en la salud de los pobladores, animales y plantas.

La presente investigación tiene una gran importancia porque nos permite la posibilidad técnica de la determinación de los indicadores fisicoquímicos, permitiendo distinguir la contaminación ambiental y así contribuir en la busca de la solución para disminuir la contaminación en una cuenca importante en la región Ica.

Mayormente la contaminación es influenciada por el hombre, es decir, la contaminación antropogénica, pero también se produce por causas naturales o geoquímicas.

La actividad minera y poblacional en la cuenca del río Ica viene originando contaminación ambiental en los últimos años debido al gran crecimiento de las actividades, produciendo una disminución de los caudales de escorrentía que tienen influencia en las aguas subterráneas originando problemas ambientales por el indebido uso de las aguas residuales colindantes y de residuos sólidos mineros y domésticos que son vertidos directamente en la cuenca.

Una de las fuentes de contaminación motivo de nuestro proyecto son los efluentes de la minería informal, la agricultura, la ganadería, las aguas residuales de los centros poblados; en las riveras de río Pisco aguas arriba.

Además, este proyecto se justifica plenamente por los aspectos legales y la importancia de la ley de los recursos hídricos, se debe tener en cuenta que toda actividad comercial e industrial, para que funcione los impactos ambientales, sociales y económicos; tratando de disminuir los riesgos de ruptura del equilibrio de los ecosistemas naturales de la zona en estudio.

1.4.4 Limitaciones

La determinación de los Indicadores fisicoquímicos en la cuenca del río Ica en el periodo octubre-enero 2019 distrito de Los Molinos a pesar de los beneficios que tendría aparece ciertas restricciones o dificultades en el proceso como pueden ser:

- La falta de equipos y reactivos para determinar algunos indicadores fisicoquímicos importantes en el laboratorio de la FIAS de la UNSLG.
- Poco apoyo de las autoridades locales regionales y nacionales, a pesar de tener una gran relevancia conocer la calidad del agua se utiliza para las diversas actividades en toda la rivera de la cuenca.
- Se realizara la determinación de los parámetros fisicoquímicos en el distrito de Los Molinos cerca a la bocatoma de la Achirana

1.5 Objetivos

1.5.1 Objetivo general

Determinar de los indicadores fisicoquímicos de contaminación de los recursos hídricos en la cuenca en río Ica para disminuir y revertir los problemas de contaminación por vertido de efluentes al ecosistema

1.5.2 Objetivos específicos

- ☞ Los indicadores fisicoquímicos obtenidos debido a la contaminación ambiental en las aguas superficiales de la cuenca hidrográfica.
- ☞ Determinaciones fisicoquímicas realizadas en el periodo octubre-enero 2019.
- ☞ Evaluación de resultados.

II. ESTRATEGIA METODOLOGICA

En la presente investigación, se determina los parámetros fisicoquímicos, en 4 estaciones de monitoreo establecidos durante el periodo del mes de octubre del 2018 a enero del 2019, las que se encuentran ubicadas en el distrito de los Molinos desde frente al centro poblado La Parra hasta la Bocatoma de la Achirana. Las concentraciones encontradas de los parámetros fisicoquímicos se hicieron la comparación con los estándares de la calidad del agua según el D.S. 004-2017-MINAM, el río Ica es clasificado categoría 3: principalmente se usa para riego de vegetales y bebida de animales, para luego evaluar cuales de los parámetros fisicoquímicos se encuentran por encima de los estándares de la calidad del agua de acuerdo a la normatividad vigente.

2.1. Tipo de Investigación

La presente investigación es aplicada, por encontrarse orientada a la determinación de los parámetros fisicoquímicos del río Ica a la altura del distrito de Los Molinos y comparados con los estándares de la calidad del agua de acuerdo a la normatividad nacional.

2.2. Nivel de Investigación

El nivel de investigación pertenece a los estudios descriptivos, porque se determina los parámetros fisicoquímicos y se evalúa de acuerdo a la normatividad para aguas superficiales de categoría 3.

2.3. Diseño de la Investigación

Investigación no experimental cuantitativa, que tiene como objetivo determinar los parámetros fisicoquímicos y hacer la comparación con los de la normatividad nacional, empleando un razonamiento hipotético-deductivo. Se emplean muestras representativas, con el fin de tener una estrategia de control y una metodología cuantitativa para realizar el análisis de los datos.

2.4. Población y Muestra

2.4.1. Población

Para lograr desarrollar la investigación, la población es el río Ica a la altura del distrito de Los Molinos desde el centro poblado La Parra hasta la Bocatoma de la Achirana.

2.4.2. Muestra

Se determina por los puntos elegidos de monitoreo, teniendo como punto de inicio a la altura del centro poblado La Parra y como último punto de nuestra investigación en la bocatoma de la Achirana.

2.4.3. Materiales

Los materiales utilizados en la investigación están descritos a continuación:

Materiales de Campo:

- Cuaderno de notas y tablero
- Plumón indeleble
- Frascos de polietileno
- Frascos de vidrio
- Etiqueta de identificación de frascos
- Guantes descartables adecuados
- Cooler (para análisis fisicoquímicos)
- Papel de tissue
- Calculadora
- Cámara fotográfica
- Laptop
- GPS

Materiales y equipos de Laboratorio:

- Multiparámetro
- Colorímetro
- Turbidímetro
- Agitador magnético

- Matraces volumétricos (50, 100, 250 y 1000 ml)
- Buretas (10, 25 ml)
- Pipeta (1, 3 ml)
- Tubos de muestras (vial)
- Gotero
- Kit de reactivos del colorímetro para los diversos parámetros
- Buffer ácido, neutro y alcalino, para la calibración del pH del Multiparámetro
- Solución de cloruro de sodio para calibrar la conductividad del Multiparámetro
- Soluciones para la calibración del Turbidímetro

2.4.4. Método

La investigación presente se basa en observar, medir y comparar datos.

2.5. Tecnología y mecanismos de recolección y análisis de datos

2.5.1. Tecnología de recolección de datos

Se utilizan técnicas de acuerdo a la R.J. 010-2016-ANA, desde:

- Determinación de las estaciones y llevar a cabo el reconocimiento de los lugares de muestreo
- Etiquetado y rotulado: El Cooler se rotula en la cubierta indicar frágil, en el interior se pone detalladamente los datos en un formulario, como: Muestra, agua superficial, identificación de la muestra, de donde procede, punto determinado de muestreo, realizar la toma de muestra, forma que se presenta, datos del solicitante, datos del responsable que a realizado la toma de muestra, fecha que se hizo la recepción de la muestra, fecha que comienza los ensayos, fecha que finaliza los ensayos.
- Toma de muestra: Para llevar a cabo la toma de muestras se adquieren frascos de plásticos de 1000 mL esterilizados (para cada punto de muestreo y en cada fecha). Enseguida se hace la toma de las muestras en los diversos puntos de muestreo adecuadamente.
- Conservación de muestras: En cadena de frío serán conservados los envases de cada muestra, que están esterilizados de manera debida.
- Los parámetros de campo que es necesario de ser medidos

- Conservar, almacenar y transportar las muestras: para el transporte de los frascos se hacen en un Cooler con refrigerante permitiendo conservar la muestra a temperatura adecuada de refrigeración.
- Después de realizar la recolección de las muestras en cada mes, en el periodo octubre del 2018 a enero 2019, enseguida se analiza las muestras en los laboratorios de la Facultad de Ingeniería Ambiental y Sanitaria de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga, para llevar a cabo los análisis de los parámetros fisicoquímicos considerados en la investigación.
- In situ se analiza los parámetros como el pH, sólidos totales disueltos, conductividad, % de cloruro de sodio y temperatura y los parámetros como: nitrato, fosfato, nitrito, aluminio, hierro, zinc, cobre, etc. Se analizaron en el Laboratorio de la FIAS de la UNSLG.
- Finalmente después de obtener los resultados se realizó la comparación con los estándares de calidad ambiental del agua de la normatividad vigente, y determinar la calidad del agua categoría 3. Riego de vegetales y consumo de animales en agua superficiales.

2.5.2. Técnicas de análisis de datos

En el presente proyecto de investigación, se crea una base de datos obtenidos de los análisis fisicoquímicos medidos in situ y en el laboratorio de la FIAS de la UNSLG, se utilizó el programa Excel para realizar los gráficos, enseguida se lleva a cabo la evaluación de los resultados encontrados con la comparación respectiva con los estándares de calidad ambiental de la normatividad vigente de aguas superficiales, categoría de acuerdo a la clasificación del río Ica categoría 3.

Las técnicas y métodos de análisis se llevaron a cabo de acuerdo al parámetro que se va a analizar según la normatividad internacional para caracterizar la calidad del agua [18] las que se encuentran incluidas en los denominados. Métodos Normales para el Examen de las Aguas Residuales (Standard Methods For The Examination of Water and Wastewater) y las Normas Técnicas Peruanas que se refieren a la calidad del agua.

2.6. Procedimiento

La presente tesis está basada en aplicar instrumentos de gestión ambiental los cuales son dos:

2.6.1. Primer instrumento

Se aplicó la R.J. 010-2016-ANA, en:

a) Selección de parámetros:

- Parámetros que son determinados in situ o parámetros de campo, se consideraron: pH, conductividad, sólidos totales disueltos y temperatura.
- Parámetros determinados en el laboratorio, se consideraron: sulfato, nitrato, nitrito, fosfato, aluminio, cadmio, cobre, hierro y zinc.

Elección de los puntos de muestreo: Se eligieron cuatro puntos de monitoreo del río Ica en el distrito de Los Molinos, que se encuentran desde el centro poblado La Parra hasta la bocatoma de la Achirana.

Tabla 1: Puntos de muestreo del río Ica

CODIGO	DESCRIPCION	COORDENADAS UTM	
		ESTE	NORTE
RIca1	FRENTE AL CASERIO LA PARRA	427999.61m	8462318.93 m
RIca2	FRENTE AL CASERIO TRAPICHE	427212.28 m	8461505.65 m
RIca3	500 m AGUAS ARRIBA DE LA BOCATOMA DE LA ACHIRANA	426787.42 m	8460750.96 m
RIca4	BOCATOMA DE LA ACHIRANA	426684.27 m	8460516.13 m

Fuente: Propia

Figura 2 Mapa de ubicación de los puntos de monitoreo del río Ica



Fuente: Google Earth

b) Frecuencia del monitoreo: Se ha monitoreado los cuatro puntos elegidos en el periodo de octubre del año 2018 hasta enero del 2019, en el mes de octubre y noviembre el río está en época de estiaje o seca y en el mes de diciembre y enero en época húmeda o de lluvias en la parte alta, los monitoreos se realizaron a fin de mes en periodo elegido, se ha decidido hacer el monitoreo con dicha frecuencia, con la finalidad de hacer la identificación de las variables y tener un pronóstico de como varia y evaluar los resultados obtenidos.

c) Metodología de muestreo

- Conservación de las muestras del agua del río Ica: Después de hacer la toma de las muestras, se cierra los frascos de una forma hermética, con el fin de evitar que se derrame las muestras y se contaminen por falta de hermeticidad.
- Identificación de las muestras del río Ica: se rotulan los frascos con una etiqueta protegida con cinta adhesiva transparente adecuadamente antes de realizar la toma de las muestras, con información siguiente:
 - Numero de muestra

- Origen del agua (río)
- Código del punto de monitoreo
- Fecha y hora en la cual se toma de muestra
- Datos del responsable que realiza la toma de muestra
- **Preservación y transporte de las muestras:** Las muestras son preservadas en un Cooler con ice packs, las muestras son llevadas al laboratorio de FIAS de la UNSLG mayormente se han analizado en mismo día que se tomaron las muestras, tratando de hacer los análisis lo más rápido posible, con la finalidad de obtener resultados adecuados.

2.6.2 Segundo instrumento

Viene a ser la aplicación del D.S.004-207-MINAM “Estándares de calidad ambiental”. Después, del reporte de los resultados obtenidos en el laboratorio de la FIAS y de los medidos en campo, se realiza la base de datos mensualmente durante el periodo elegido para la investigación de octubre del año 2018 a enero del 2019, enseguida se hace la revisión y se procesa los resultados, para que finalmente se comparen los resultados obtenidos con los estándares de calidad ambiental de la normatividad vigente para aguas superficiales categoría 3, subcategoría D.

Los parámetros siguientes se analizaron en campo y en el laboratorio con los equipos de la FIAS de la Universidad Nacional San Luis Gonzaga, detallados en la siguiente tabla:

Tabla 2: Parámetros medidos en campo y Laboratorio de la FIAS - USLG

PARAMETROS FISICOQUIMICOS	
PARAMETROS MEDIDOS EN CAMPO	pH
	Conductividad ($\mu\text{S}/\text{cm}$)
	STD (mg/L)
	Cloruro de sodio (%)
PARAMETROS MEDIDOS EN LABORATORIO	PO_4^{3-} (mg/L)
	NO_3^- (mg/L)
	NO_2^- (mg/L)
	$\text{SO}_4^{=}$ (mg/L)
	Aluminio (mg/L)
	Cobre (mg/L)
	Hierro (mg/L)
	Zinc (mg/L)
Turbidez	

Fuente: propia

Para llevar a cabo los análisis de los diversos parámetros fisicoquímicos mencionados, se utilizaron los equipos e instrumentos siguientes:

Tabla 3: Equipos e instrumentos que han sido utilizados en los análisis

Equipos, materiales, reactivos e instrumentos de Laboratorio	Especificaciones
Fotómetro multiparamétrico (colorímetro)	Marca y modelo: HANNA HI83399 Especificaciones: Se utiliza medir parámetros fisicoquímicos de soluciones líquidas o muestras de agua como: nitratos, nitritos, fosfato, sulfato, aluminio, cobre, hierro, zinc,

	<p>etc.; de una forma rápida, exacta y puede ser confiable en toda serie de muestras de agua, se usan reactivos específicos para cada parámetros que colorea las muestras para luego ser medidos en el colorímetro.</p>
Turbidímetro portátil	<p>Marca y Modelo: HACH 2100Q and 2100Q/s</p> <p>Especificaciones: Es de fácil uso y tiene una muy buena precisión en lograr medir la turbidez de muestras de agua. Además tiene una calibración asistida con diferentes soluciones patrón, lo cual permite proporcionar en todo momento precisión en los resultados.</p>
Matraz aforado	<p>Especificaciones: Es un matraz que esta aforado (fiola), recipiente cuyo material es de vidrio, tiene un fondo plano, cuello estrecho y largo en el cual está el aforo marca que es importante hasta donde se debe realizar el enrase, permitiendo tener un volumen con una excelente precisión y exactitud</p>
Pipeta graduada	<p>Especificaciones: instrumento de medición volumétrica en el laboratorio, se utiliza en la medición de una muestra líquida con muy alta precisión. Es de material de vidrio calibrado transparente, que tiene una de sus puntas cónica, sirva para medir</p>

	diferentes volúmenes dentro su respectivo rango
Vial	Especificaciones: Viales de muestras se utilizan para mantener y asegurar su contenido íntegramente, en diversas aplicaciones de laboratorio. Es transparente material de vidrio borosilicato tipo 1 clase A con tapón que selle herméticamente.
Reactivo de Aluminio	Marca: HANNA Especificaciones: Rango de 0 a 1 mg/L, 525 nm de longitud de onda, se disuelve en 10 ml de muestra, se agrega un paquete de reactivo, se tapa herméticamente y se agita hasta disolver totalmente.
Reactivo de Cobre, rango alto	Especificaciones: rango de 0 a 5 mg/L, de longitud de onda de 575 nm, se disuelve un paquete de reactivo en la muestra, agitar suave por 15 segundos, después de 45 segundos leer la medición en el colorímetro
Reactivo de Hierro rango alto	Especificaciones: rango de 0 a 5 mg/L, de longitud de onda de 525 nm, disolver un paquete de reactivo en la muestra por completo agitando, luego cerrar herméticamente enseguida medir en el colorímetro
Reactivo de Nitrato	Especificaciones: Rango de 0 a 30 mg/L, longitud de onda 525 nm, agregar un paquete de reactivo de nitrato 93728-0, cerrar herméticamente agitar vigorosamente

	por 10 segundos, luego invierta el vial suave por 50 segundos, tratando que no se produzca burbujas de aire
Reactivo de Nitrito, rango alto	Especificaciones: Rango de 0 a 150 mg/L, longitud de onda 575 nm, agregar un paquete de reactivo de nitrito rango alto 93708-0, cerrar herméticamente agitar suavemente hasta lograr disolver totalmente, enseguida poner el vial conteniendo la muestra en el instrumento para hacer la medición
Reactivo de Fosfato, rango alto	Especificaciones: Rango de 0 a 30 mg/L, longitud de onda 525 nm, agregar un paquete de reactivo de fosfato, rango alto 93717B-0, cerrar herméticamente agitar suave hasta lograr disolver total
Reactivo de Zinc	Especificaciones: Rango de 0 a 30 mg/L, longitud de onda 575 nm, agregar 0.5 ml de reactivo de Zinc B a la muestra, cerrar herméticamente
Medidor Multiparamétrico	Marca y Modelo: HANNA HI5521 Especificaciones: Se mide pH, conductividad, solidos totales disueltos, salinidad y temperatura, con exactitud, confiabilidad y rapidez, en muestras diversas de agua, los parámetros tienen sondas múltiples.

Fuente: Manual de los equipos HANNA/Elaboración propia



Figura 3: Fotómetro multiparámetro (colorímetro)



Figura 4: Medidor multiparámetro



Figura 5: Turbidímetro

a) Para analizar nitratos:

Se realizó el presente análisis de nitratos usando el método de colorimetría, el cual consta:

• Instrumento:

- Fotómetro multiparámetro HI83399 (colorímetro)

• Reactivo:

- Reactivo de nitrato HANNA

• Procedimiento:

- Se selecciona el programa de nitrato que se encuentra almacenado en el equipo

- En una celda o vial se llena con 10 ml de muestra problema

- Se añade el contenido del sobre de reactivo de nitrato en el vial de muestra y luego se tapa herméticamente

- Luego se agitó de una forma vigorosa, se deja que reaccione 5 minutos

- En otra celda o vial se llena 10 ml el blanco que consta de agua destilada o muestra tratando que no tenga líquido ni huellas para ello se seca con papel tissue
- El blanco se pone en el colorímetros en el porta celdas enseguida se cierra con la tapa del instrumento herméticamente
- Se calibra en cero, en la pantalla se observa 0.0 mg/L de NO_3^- -N
- Enseguida se coloca la muestra preparada con el reactivo en el porta vial o celda y se tapa herméticamente
- Por último se presiona lectura, en la pantalla del equipo se observa el resultado en mg/L de NO_3^- -N

b) Para analizar nitritos:

Para realizar el análisis de nitritos se llevó a cabo por el método de colorimetría, el que consta en:

- Instrumento:
 - Fotómetro multiparámetro HI83399 (colorímetro)
- Reactivo:
 - Reactivo de nitrito HANNA
- Procedimiento:
 - Se selecciona el programa de nitrito que se encuentra almacenado en el equipo
 - En una celda o vial se llena con 10 ml de muestra problema
 - Se añade el contenido del sobre de reactivo de nitrito en el vial de muestra y luego se tapa herméticamente
 - Luego se agitó vigorosamente de una forma que se logre disolver por 1 minuto, se deja que reaccione 5 minutos
 - En otra celda o vial se llena 10 ml el blanco que consta de agua destilada o muestra tratando que no tenga líquido ni huellas para ello se seca con papel tissue
 - El blanco se pone en el colorímetros en el porta celdas enseguida se cierra con la tapa del instrumento firmemente

- Se calibra en cero, en la pantalla se observa 0.0 mg/L de NO_2^- -N
- Enseguida se coloca la muestra preparada con el reactivo en el porta vial o celda y se tapa herméticamente
- Por último se presiona lectura, en la pantalla del equipo se observa el resultado en mg/L de NO_2^- -N

c) Para analizar sulfatos:

Para realizar el análisis de sulfatos se llevó a cabo por el método de colorimetría, el que consta en:

• Instrumento:

- Fotómetro multiparamétrico HI83399 (colorímetro)

• Reactivo:

- Reactivo de sulfato HANNA

• Procedimiento:

- Se selecciona el programa de sulfato que se encuentra almacenado en el equipo
- En una celda o vial se llena con 10 ml de muestra problema
- Se añade el contenido del sobre de polvo reactivo de sulfato en el vial de muestra y luego se tapa herméticamente, se puede observar una turbiedad blanca lechosa lo cual nos indica la presencia de sulfato
- Luego se agitó de una forma que se logre disolver, se deja que reaccione 5 minutos
- En otra celda o vial se llena 10 ml el blanco que consta de agua destilada o muestra tratando que no tenga líquido ni huellas para ello se seca con papel tissue
- El blanco se pone en el colorímetros en el porta celdas enseguida se cierra con la tapa del instrumento firmemente
- Se calibra en cero, en la pantalla se observa 0.0 mg/L de SO_4^-
- Enseguida se coloca la muestra preparada con el reactivo en el porta vial o celda y se tapa herméticamente

- Por último se presiona lectura, en la pantalla del equipo se observa el resultado en mg/L de SO_4^-

d) Para analizar fosfatos:

Para realizar el análisis de fosfatos se llevó a cabo por el método de colorimetría, el que consta en:

- Instrumento:

- Fotómetro multiparamétrico HI83399 (colorímetro)

- Reactivo:

- Reactivo de fosfato HANNA

- Procedimiento:

- Se selecciona el programa de fosfato que se encuentra almacenado en el equipo
- En una celda o vial se llena con 10 ml de muestra problema
- Se añade el contenido del sobre de reactivo en polvo de fosfato en el vial de muestra y luego se tapa de manera hermética
- Luego se agitó vigorosamente de una forma que se logre disolver durante 1 minuto, se deja que reaccione se complete por 5 minutos, la presencia de fosfato se observa con la presencia de coloración azul.
- En otra celda o vial se llena 10 ml el blanco que consta de agua destilada o muestra tratando que no tenga líquido ni huellas para ello se seca con papel tissue
- El blanco se pone en el colorímetros en el porta celdas enseguida se cierra con la tapa del instrumento firmemente
- Se calibra en cero, en la pantalla se observa 0.0 mg/L de PO_4^{-3}
- Enseguida se coloca la muestra preparada con el reactivo en el porta vial o celda y se tapa herméticamente
- Por último se presiona lectura, en la pantalla del equipo se observa el resultado en mg/L de PO_4^{-3}

e) Para analizar aluminio:

Para realizar el análisis de aluminio se llevó a cabo por el método de colorimetría, el que consta en:

- Instrumento:

- Fotómetro Multiparámetro HI83399 (colorímetro)

- Reactivo:

- Reactivo de aluminio HANNA

- Procedimiento:

- Se selecciona el programa de aluminio que se encuentra almacenado en el equipo

- En una celda o vial se llena con 10 ml de muestra problema

- Se añade el contenido del sobre de reactivo en polvo de aluminio en el vial de muestra y luego se tapa herméticamente

- Luego se agitó vigorosamente de una forma que se logre disolver por 1 minuto, se deja que reaccione 5 minutos

- En otra celda o vial se llena 10 ml el blanco que consta de agua destilada o muestra tratando que no tenga líquido ni huellas para ello se seca con papel tissue

- El blanco se pone en el colorímetros en el porta celdas enseguida se cierra con la tapa del instrumento firmemente

- Se calibra en cero, en la pantalla se observa 0.0 mg/L de Al

- Enseguida se coloca la muestra preparada con el reactivo en el porta vial o celda y se tapa herméticamente

- Por último se presiona lectura, en la pantalla del equipo se observa el resultado en mg/L de Al

f) Para analizar el pH:

Para realizar el análisis de pH se llevó a cabo in situ, el que consta en:

- Instrumento:

- Medidor Multiparámetro HI5521 (Multiparámetro)

- Reactivo:

- Soluciones Buffer alcalino, neutro y ácido para la calibración del equipo
- Procedimiento:
 - Se coloca un poco de muestra en un matraz de 250 ml
 - Se pone el electrodo del Multiparámetro que mide el pH y se selecciona la opción pH
 - Se espera que se establezca los resultados que aparecen en la pantalla para luego ser considerado como valor obtenido

g) Para analizar la conductividad:

Para realizar el análisis de la conductividad se llevó a cabo in situ, el que consta en:

- Instrumento:
 - Medidor Multiparámetro HI5521 (Multiparámetro)
- Reactivo:
 - Solución para la calibración de la conductividad en el equipo
- Procedimiento:
 - Se coloca un poco de muestra en un matraz de 250 ml
 - Se pone el electrodo del Multiparámetro que mide la conductividad y se selecciona la opción conductividad
 - Se espera que se establezca en la pantalla, una vez estabilizado se obtiene el resultado en $\mu\text{S}/\text{cm}$

h) Para analizar sólidos totales disueltos (TDS):

Para realizar el análisis de sólidos totales disueltos (TDS) se llevó a cabo in situ, el que consta en:

- Instrumento:
 - Medidor multiparámetro HI5521 (Multiparámetro)
- Reactivo:
 - Solución para la calibración de la conductividad, sólidos totales disueltos en el equipo
- Procedimiento:

- Se coloca un poco de muestra en un matraz de 250 ml
- Se pone el electrodo del Multiparámetro que mide la conductividad y se selecciona la opción sólidos totales disueltos
- Se espera que se estabilice en la pantalla, una vez estabilizado se obtiene el resultado de sólidos totales disueltos en mg/L

i) Para analizar la turbiedad:

Conservar la muestra: Se lleva a cabo la determinación de la turbiedad a penas se tome la muestra, sino sucede, se puede almacenar en la oscuridad no mayor a 24 horas.

Para realizar el análisis de la turbiedad se llevara a cabo por medio del método nefelómetro, el que consta en:

• Instrumento:

- Turbidímetro HACH 2100Q and 2100Q/s • Reactivo:
- Soluciones para la calibración del Turbidímetro HACH
- Agua transparente sin turbidez

• Procedimiento:

- Se lleva a cabo la calibración del Turbidímetro de acuerdo a las instrucciones indicadas por el fabricante.
- Se introduce el vial o tubo de muestra con la muestra que se a tomado, luego se realiza la lectura de la turbiedad en UNT.

2.7. Definiciones importantes:

2.7.1. Calidad del agua:

No solamente se refiere a las características fisicoquímicas del agua que se encuentra de forma natural, sino que en dicho estado no genere daño en salud de los pobladores ni afecte en las actividades que realizan. En nuestro país para la determinación de la calidad del agua se necesita llevar a cabo una serie de monitoreos haciendo la medición de diversos parámetros fisicoquímicos. Asimismo los monitoreos deben hacerse bajo el protocolo nacional para el monitoreo de los recursos hídricos propuestos por la autoridad nacional del agua [19], después con los resultados que se obtienen se hace la comparación con los

ECA's del D.S. N° 004-2017-MINAM, y de esa manera poder determinar los parámetros que estén por encima de los valores de acuerdo a la normatividad de una manera clara y precisa.

Cualquier otra función particular tendrá ciertos requerimientos para las características biológicas, físicas o químicas del agua; sea el caso de los límites de la concentración de contaminantes para el consumo de agua potable, o límites de temperatura y rangos de potencial de hidrógeno (pH) para el ambiente acuático de las especies de invertebrados. [20]

Además, las veces que se reconoce más acerca de los ecosistemas naturales ocupan un legítimo lugar cuando se consideran las opciones para gestionar la calidad del recurso hídrico. Esto es tanto por su valor intrínseco como porque son indicadores sensibles de los cambios o el deterioro en la calidad general del agua, proporcionando una adición útil a la información física, química y de otro tipo [20]

En la gestión de los recursos acuáticos la calidad ambiental es considerada una de las prioridades actualmente, referidas al potencial de restauración y grado de perturbación o conservación eco-sistémico de acuerdo a las actividades antropogénicas. En síntesis, la definición de la calidad del agua va más allá de sus atributos fisicoquímicos o biológicos; sino también considerar el contexto ecológico, como los usos y valores en función a las actividades antrópicas. Un contexto moderno define a estos conceptos como inseparables. [21]

2.7.2. Estándares de calidad ambiental

Es la regla en la cual se regula el nivel de la cantidad de las sustancias o elementos o parámetros sean químicos, físicos y biológicos, que se encuentran presentes en el agua, aire o suelo, cuando actúan como cuerpo que hace la recepción y que dicha presencia no sea dañina para la salud de los seres humanos ni para los ecosistemas, una de sus funciones establecidas específicamente es de analizar y realizar una propuesta de medidas con la finalidad de mejorar la calidad ambiental [22]

2.7.3. Parámetros fisicoquímicos

Los físicos son los que determinan el estado estético del agua y químicos nos indican la presencia de sustancias químicas y su concentración [17] [23].

a) Conductividad:

Es la medida de la cual una solución tiene la capacidad de conducir y/o transportar corriente eléctrica. Dicha capacidad es dependiente de tener la presencia de iones cargados eléctricamente, su concentración total, movilidad que tienen, valencia y concentraciones de cada ion, además es importante medir la temperatura porque tiene influencia en el valor de la conductividad.

En estado natural agua su conductividad es baja, debido a esa razón medir la conductividad nos permite tener una idea de la cantidad de los sólidos disueltos en dicha agua.

La presencia de sales en el agua nos indica la medición de la conductividad eléctrica, lo cual hace que aumente su capacidad de transmitir corriente eléctrica, propiedad muy importante que se meden en campo o en laboratorio, se expresa en micro Siemens/cm ($\mu\text{S}/\text{cm}$)

Es la propiedad para conducir la corriente eléctrica medio acuosa. La medida depende la valencia, su concentración, de iones, de la temperatura de la medición y movilidad. (Sanabria, 2006). Dadas las bajas conductividades de la mayoría de las fuentes de agua dulce, las unidades de la conductividad eléctrica comúnmente utilizadas son $\mu\text{S}/\text{cm}$. [24]

El término conductancia específica (SC) se ha usado algunas veces para referirse a la conductividad eléctrica medida a una temperatura de referencia específica; sin embargo, la conductancia específica (SC) es considerada sinónimo de la conductividad eléctrica por la IUPAC [25]

b) Nitratos:

Son compuestos inorgánicos que tienen en su composición nitrógeno (1 átomo) y oxígeno (3 átomos) y como símbolo químico es NO_3^- . Normalmente, el nitrato no es peligroso para la salud a menos que sea reducido a nitrito (NO_2^-) [17] [26].

Su presencia en el agua se debe a las rocas y minerales disueltos (muy frecuentes), de la descomposición de materias vegetales y animales, de aguas residuales industriales y de fertilizantes [27].

El ion nitrato (NO_3^-) es la forma estable de nitrógeno combinado para sistemas oxigenados. Los niveles elevados de nitratos pueden sugerir la posible presencia de otros contaminantes, tales como microorganismos o pesticidas, que podrían causar problemas de salud [28]. La concentración de nitrato en el agua superficial es normalmente baja, pero puede alcanzar

niveles altos como resultado de la escorrentía agrícola, la escorrentía del vertedero de desechos o la contaminación con desechos humanos o animales.

c) Turbiedad:

Capacidad que tienen los sólidos suspendidos en el agua para ser el obstáculo del paso de luz y se producen por diversas causas. Entre las más principales se tiene:

- La natural erosión natural propia de las cuencas, la que tiene un aporte importante de sedimentos en los cauces de los ríos.
- La contaminación que causan las industrias, por los residuos sólidos y vertimientos urbanos.

Capacidad que tiene una muestra de impedir pasar de forma directa, de reflejar o absorber el haz de luz. Se produce por coloides o partículas en suspensión, resultado de la erosión causada por la escorrentía o del desarrollo de microorganismos [29]. De esta manera, la turbiedad alta se puede asociar a niveles altos de microorganismos diversos como parásitos, virus y bacterias algunas [30].

d) Sólidos Totales Disueltos:

Son los que se definen como sustancias inorgánicas presentes en el agua que pueden hacer su paso por un filtro de 2 micras. Generalmente, viene a ser la suma de los aniones y cationes presentes en el agua. Los iones y los compuestos iónicos que los forman generalmente incluyen carbonato, bicarbonato, cloruro, fluoruro, sulfato, fosfato, nitrato, calcio, magnesio, sodio, potasio, pero cualquier ion que esté presente contribuirá al total [31]. Su determinación se realiza mediante una membrana con poros de 2.0 micras o de menor medida en la cual se mide del total de residuos sólidos no filtrables (tales residuos orgánicos y sales). [32]

e) Temperatura

Se trata del grado de frialdad o calor y puede ser medido en grados Celsius o centígrados. Se debe monitorear continuamente la temperatura del agua. Entre las consecuencias de los cambios de temperatura se encuentran: Actividad fotosintética, tasa de difusión o gases, cantidad de oxígeno que puede disolverse, etc. [33]

En la realización de los procesos tiene una gran relevancia que se desarrolla en ella. De tal modo, un incremento de la temperatura varía la solubilidad de las sustancias, acrecentando la de los sólidos disueltos y decreciendo la de los gases. [34]. Para las diferentes formas de vida la temperatura viene a ser una dimensión física y un requisito básico previo. Las características físicas de la materia dependen de la temperatura [35]. Un anormal incremento (factores no climáticos) de la propiedad temperatura del agua, se originan debido al vertimiento de aguas industriales que se utilizan en la industria en procesos de transferencia de calor. Este parámetro se determina mediante termometría realizada “in situ”. [34]

f) Potencial de hidrogeno (pH)

El pH se define teóricamente para cualquier medio como el logaritmo negativo decimal de la actividad del ion hidrógeno, aH^+ , en ese medio [36]. Actividades de gran relevancia y constantemente utilizado en los análisis del agua. El rango de pH oscila entre 4 y 9 para aguas naturales. Para el agua libre de contaminación y sustancias químicas a 25 °C es de 7, calificada como neutro. [37]

g) Fosfatos

Se encuentran en diversas formas inorgánicas tanto en el agua como en el suelo. La fuente de fosfatos puede ser artificial o antropogénica que depende directamente de las actividades diversas que realizan dentro del área bajo estudio. Según Egemen (2000), puede producirse una eutrofización acelerada como resultado del contenido de fósforo de los detergentes en las aguas naturales [38]. Por lo tanto, los efectos combinados de concentraciones excesivas de detergentes en aguas naturales pueden reducir las concentraciones de oxígeno, un cambio en el color del agua, un aumento de la turbidez y la sedimentación, y una disminución de la actividad biológica. [39]

h) Aluminio

Es uno de los metales que abundan más en la tierra, que comprende aproximadamente el 7% de su masa [40]

No es perjudicial la exposición oral al aluminio. Una serie de estudios se encuentran asociados de una forma débil entre que se viva en áreas con niveles altos de aluminio en el agua de consumo humano y un mayor riesgo

(o prevalencia) de la enfermedad de Alzheimer. Otros estudios no han encontrado asociaciones significativas. [41]

i) Cadmio

Es muy resistente a la corrosividad y se utiliza en la electrodeposición en diferentes metales, como el hierro y el acero. Los pestillos, tornillos, vehículos de motor y diversas partes de los aviones son tratados con cadmio para evitar la corrosión.

El cadmio induce lesiones en los tejidos al crear estrés oxidativo, cambios epigenéticos en la expresión del ADN, inhibición o regulación positiva de las vías de transporte, particularmente en el segmento S1 proximal del túbulo renal [42]

j) Hierro

Es el más abundante de los elementos (por masa) en la Tierra, se forma mayormente de su núcleo interno. Después del aluminio, es el más abundante en la Tierra y el cuarto en la corteza terrestre [43]. En vista que el cuerpo humano no cuenta con mecanismos eficientes para la excreción de grandes cantidades de hierro [44]. Se encuentra como hierro orgánico quelatado, bicarbonato ferroso, hidróxido ferroso o sulfato ferroso. El hierro es un elemento benéfico para el metabolismo, se recomienda un consumo de 7 a 35 mg/d. [45]

k) Sulfato:

Proviene de residuos industriales y de la atmosfera, son comunes en aguas subterráneas en especial en zonas rocas.

l) Nitrito:

Proviene de la descomposición aeróbica del amoníaco mayormente. El amoníaco se genera a partir de las heces de los animales, de las plantas y animales que mueren al descomponerse por medio de bacterias [17] [46] [22]

III. RESULTADOS

3.1. Resultados obtenidos en el mes de octubre del año 2018

Se ha tomado las muestras en cuatro puntos de muestreo en río Ica en el distrito Los Molinos en el mes de octubre del año 2018, los resultados se encuentran en la siguiente tabla:

Tabla 4: Resultados de los análisis de los puntos de muestreo del río Ica en el distrito de Los Molinos desde el caserío La Parra hasta la bocatoma de la Achirana. Mes de octubre del año 2018

	ECA CAT.3 D.S.004-2017		Rica1	Rica2	Rica3	Rica4
	Riego de vegetales y bebida de animales	CAT.4 conserv. De amb. Acuático E2 río de la costa y sierra				
Temperatura °C	Δ3		21.6	21.3	20.9	20.0
pH	6.5 - 8.5	6.5 - 9.0	7.76	7.27	7.56	7.65
Conductividad (μS/cm)	2500 (riego) 5000 (bebida)	1000	410	462	575	630
STD (mg/L)			220	183	176	168
% NaCl			0.3	0.2	0.4	0.4
Turbidez			12	9	7	6
Fosfato (mg/L)	1 (riego)	0.05	0.034	0.22	0.32	1.107
Nitrato (mg/L)	10 (riego) 50 (bebida)	13	0.958	3.65	5.70	8.311
Nitrito (mg/L)	1		0.035	0.043	0.065	0.38
Al (mg/L)	5		2.66	2.2897	2.45	2.80
Cu (mg/L)	0.2 (riego) 0.5 (bebida)	0.1	0.208	0.195	0.21	0.132
Fe (mg/L)	5		2.327	2.470	5.20	4.982
Cd (mg/L)	0.01 (riego) 0.05 (bebida)	0.00025	0.064	0.038	0.002	0.0051
Pb (mg/L)	0.05	0.0025	0.042	0.033	0.0037	0.0055
Zn (mg/L)	2 (riego) 24 (bebida)	0.12	2.14	1.735	1.122	1.116

Fuente: Elaboración propia/ D.S. 004-2017-MINAM [47]

En la tabla 4, resultados del monitoreo del río Ica en el distrito de Los Molinos en cuatro puntos elegidos para la investigación en el mes de octubre del año 2018; se puede observar, el fosfato en el punto RIca4 está por encima de los ECA categoría 3; el cobre en los puntos RIca1 y RIca3 están ligeramente por encima de los ECA categoría 3; el hierro en el punto RIca3 está por encima de los ECA categoría 3; el cadmio en los puntos RIca1 y RIca2 están por encima de los ECA categoría 3, el zinc en el punto RIca1 está por encima de los ECA categoría 3; además se puede observar que en la mayoría de los puntos los metales están por encima de los ECA categoría 4 por lo cual podemos considerar que es un problema la conservación del ambiente acuático en el río, Todos los otros resultados de los parámetros elegidos para la investigación están dentro de los ECA de acuerdo a la normatividad vigente.

3.2. Resultados obtenidos en el mes de noviembre del año 2018

Se ha tomado las muestras en cuatro puntos de muestreo en río Ica en el distrito Los Molinos en el mes de noviembre del año 2018, los resultados se encuentran en la siguiente tabla:

Tabla 5: Resultados de los análisis de los puntos de muestreo del río Ica en el distrito de Los Molinos desde el caserío La Parra hasta la bocatoma de la Achirana. Mes de noviembre del año 2018

	ECA CAT.3 D.S.004-2017		RIca1	RIca2	RIca3	RIca4
	Riego de vegetales y bebida de animales	CAT.4 conserv. De amb. Acuático E2 río de la costa y sierra				
Temperatura °C	Δ3		22.4	22.2	21.8	21.2
pH	6.5 - 8.5	6.5 - 9.0	7.8	7.6	7.9	8.1
Conductividad (μS/cm)	2500 (riego) 5000 (bebida)	1000	524	652	695	780
STD (mg/L)			230	296	217	225
% NaCl			0.3	0.21	0.37	0.39
Turbidez			18	12	13	9
Fosfato (mg/L)	1 (riego)	0.05	0.041	0.35	0.41	1.2
Nitrato (mg/L)	10 (riego) 50 (bebida)	13	1.129	5.35	6.17	9.23

Nitrito (mg/L)	1		0.04	0.05	0.07	0.4
Al (mg/L)	5		2.71	2.32	2.51	2.70
Cu (mg/L)	0.2 (riego) 0.5 (bebida)	0.1	0.22	0.21	0.30	0.18
Fe (mg/L)	5		2.65	2.82	5.57	4.87
Cd (mg/L)	0.01 (riego) 0.05 (bebida)	0.00025	0.008	0.028	0.006	0.008
Pb (mg/L)	0.05	0.0025	0.032	0.043	0.0055	0.0072
Zn (mg/L)	2 (riego) 24 (bebida)	0.19	2.2	1.81	1.17	1.18

Fuente: Elaboración propia/ D.S. 004-2017-MINAM

En la tabla 5, resultados del monitoreo del río Ica en el distrito de Los Molinos en cuatro puntos elegidos para la investigación en el mes de noviembre del año 2018; se puede observar; el cobre en los puntos RICA1, RICA2 y RICA3 están ligeramente por encima de los ECA categoría 3; el hierro en el punto RICA3 está por encima de los ECA categoría 3; el cadmio en los puntos RICA2 está por encima de los ECA categoría 3, el zinc en el punto RICA1 está por encima de los ECA categoría 3; además se puede observar que en la mayoría de los puntos los metales están por encima de los ECA categoría 4 por lo cual podemos considerar que es un problema la conservación del ambiente acuático en el río, Todos los otros resultados de los parámetros elegidos para la investigación están dentro de los ECA de acuerdo a la normatividad vigente.

3.3. Resultados obtenidos en el mes de diciembre del año 2018

Se ha tomado las muestras en cuatro puntos de muestreo en río Ica en el distrito Los Molinos en el mes de diciembre del año 2018, los resultados se encuentran en la siguiente tabla:

Tabla 6: Resultados de los análisis de los puntos de muestreo del río Ica en el distrito de Los Molinos desde el caserío La Parra hasta la bocatoma de la Achirana. Mes de diciembre del año 2018

	ECA CAT.3 D.S.004-2017		RICA1	RICA2	RICA3	RICA4
	Riego de vegetales y bebida de animales	CAT.4 conserv. De amb. Acuático E2 río de la costa y sierra				
Temperatura °C	Δ3		20.6	20.33	20.1	20.0

pH	6.5 - 8.5	6.5 - 9.0	7.8	7.4	7.7	7.9
Conductividad ($\mu\text{S/cm}$)	2500 (riego) 5000 (bebida)	1000	570	562	635	700
STD (mg/L)			216	213	206	198
% NaCl			0.1	0.1	0.1	0.3
Turbidez			30	22	18	14
Fosfato (mg/L)	1 (riego)	0.05	0.014	0.12	0.12	0.910
Nitrato (mg/L)	10 (riego) 50 (bebida)	13	1.28	4.56	6.35	7.83
Nitrito (mg/L)	1		0.04	0.07	0.09	0.5
Al (mg/L)	5		3.85	4.26	3.66	3.29
Cu (mg/L)	0.2 (riego) 0.5 (bebida)	0.1	0.38	0.25	0.22	0.18
Fe (mg/L)	5		6.2	5.0	6.16	5.312
Cd (mg/L)	0.01 (riego) 0.05 (bebida)	0.00025	0.088	0.04	0.007	0.008
Pb (mg/L)	0.05	0.0025	0.032	0.043	0.004	0.006
Zn (mg/L)	2 (riego) 24 (bebida)	0.12	3.66	3.52	2.18	1.97

Fuente: Elaboración propia/ D.S. 004-2017-MINAM

En la tabla 6, resultados del monitoreo del río Ica en el distrito de Los Molinos en cuatro puntos elegidos para la investigación en diciembre 2018; se puede observar; el cobre en los puntos R1ca1, R1ca2 y R1ca3 están por encima de los ECA categoría 3; el hierro en los puntos R1ca1, R1ca3 y R1ca4 están por encima de los ECA categoría 3; el cadmio en los puntos R1ca1 y R1ca2 están por encima de los ECA categoría 3, el zinc en los puntos R1ca1, R1ca2 y R1ca3 está por encima de los ECA categoría 3; además se puede observar que en la mayoría de los puntos los metales están por encima de los ECA categoría 4 por lo cual podemos considerar que es un problema la conservación del ambiente acuático en el río, Todos los otros resultados de los parámetros elegidos para la investigación están dentro de los ECA de acuerdo a la normatividad vigente.

3.4. Resultados obtenidos en el mes de enero del año 2019

Se ha tomado las muestras en cuatro puntos de muestreo en río Ica en el distrito Los Molinos en el mes de enero del año 2019, los resultados se encuentran en la siguiente tabla:

Tabla 7: Resultados de los análisis de los puntos de muestreo del río Ica en el distrito de Los Molinos desde el caserío La Parra hasta la bocatoma de la Achirana. Mes de enero del año 2019

	ECA CAT.3 D.S.004-2017		Rica1	Rica2	Rica3	Rica4
	Riego de vegetales y bebida de animales	CAT.4 conserv. De amb. Acuático E2 río de la costa y sierra				
Temperatura °C	Δ3		20.1	20.4	20.4	20.9
pH	6.5 - 8.5	6.5 - 9.0	8.17	7.9	7.7	8.25
Conductividad (μS/cm)	2500 (riego) 5000 (bebida)	1000	820	752	765	790
STD (mg/L)			330	373	326	338
% NaCl			0.2	0.3	0.3	0.3
Turbidez			40	33	32	29
Fosfato (mg/L)	1 (riego)	0.05	0.022	0.32	0.41	1.008
Nitrato (mg/L)	10 (riego) 50 (bebida)	13	0.878	3.44	5.38	8.25
Nitrito (mg/L)	1		0.027	0.062	0.074	0.52
Al (mg/L)	5		3.12	4.36	4.1	3.50
Cu (mg/L)	0.2 (riego) 0.5 (bebida)	0.1	0.22	0.25	0.24	0.198
Fe (mg/L)	5		6.5	5.5	4.20	5.11
Cd (mg/L)	0.01 (riego) 0.05 (bebida)	0.00025	0.07	0.04	0.008	0.006
Pb (mg/L)	0.05	0.0025	0.051	0.048	0.0092	0.0095
Zn (mg/L)	2 (riego) 24 (bebida)	0.12	2.23	2.74	2.0	1.667

Fuente: Elaboración propia/ D.S. 004-2017-MINAM

En la tabla 6, resultados del monitoreo del río Ica en el distrito de Los Molinos en cuatro puntos elegidos para la investigación en el mes de enero del año 2019; se puede observar; el fosfato en el punto Rica4 está por encima de los ECA categoría 3; el cobre en los puntos Rica1, Rica2 y Rica3 están por encima de los ECA categoría 3; el hierro en los puntos Rica1 y Rica2 están por encima de los ECA categoría 3; el cadmio en los puntos Rica1 y Rica2 están por encima de los ECA categoría 3, el zinc en los puntos Rica1 y Rica2 están por encima de los ECA categoría 3; además se puede

observar que en la mayoría de los puntos los metales están por encima de los ECA categoría 4 por lo cual podemos considerar que es un problema la conservación del ambiente acuático en el río, Todos los otros resultados de los parámetros elegidos para la investigación están dentro de los ECA de acuerdo a la normatividad vigente.

3.5. Resultados obtenidos por parámetros promedio en el periodo octubre del 2018 a enero del año 2019: Provenientes de las tablas 4, 5, 6 y 7.

Tabla 8: resultados obtenidos en el periodo octubre-enero 2019

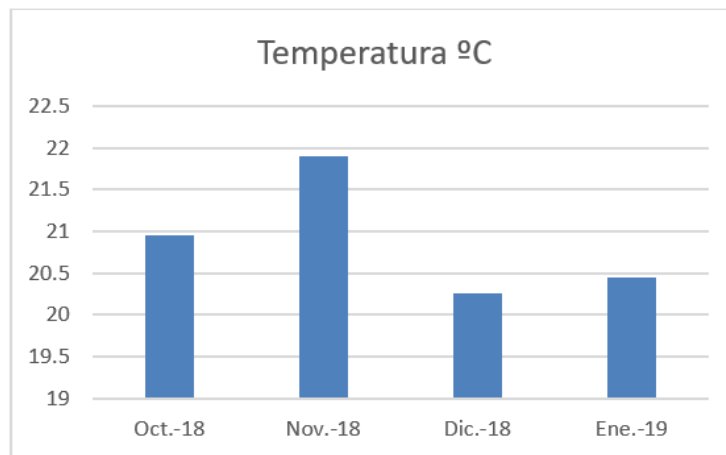
Parámetro	Oct-18	Nov-18	Dic-18	Ene-19
Temperatura °C	20.95	21.9	20.2575	20.45
pH	7.56	7.85	7.7	8.005
Conductividad (µS/cm)	519.25	662.75	616.75	781.75
STD (mg/L)	186.75	242	208.25	341.75
% NaCl	0.325	0.3175	0.15	0.275
Turbidez	8.5	13	21	33.5
Fosfato (mg/L)	0.37775	0.55033333	0.348	0.3725
Nitrato (mg/L)	4.65475	5.46975	5.005	4.487
Nitrito (mg/L)	0.13075	0.14	0.175	0.17075
Al (mg/L)	2.549925	2.56	3.765	3.77
Cu (mg/L)	0.18625	0.2275	0.2575	0.227
Fe (mg/L)	3.74475	3.9775	5.668	5.3275
Cd (mg/L)	0.027275	0.0125	0.03575	0.031
Pb (mg/L)	0.02105	0.021925	0.02125	0.029425
Zn (mg/L)	1.2466	1.59	2.8325	1.7514

Fuente: Elaboración propia

a) Temperatura:

Tabla 9: Resultados de Temperatura

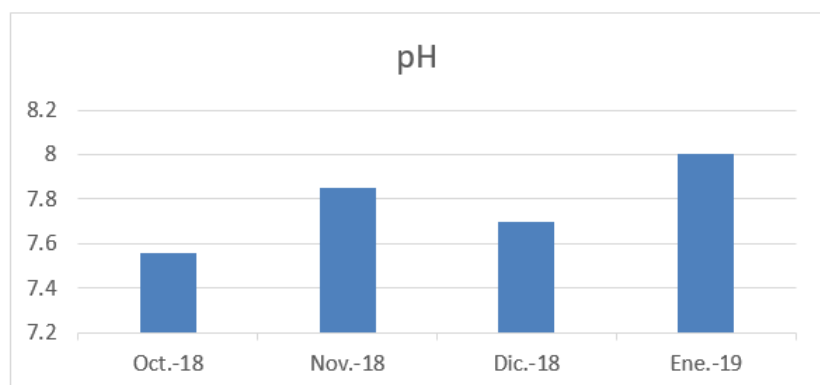
	Temperatura °C
Oct-18	20.95
Nov-18	21.9
Dic-18	20.2575
Ene-19	20.45



b) pH

Tabla 10: Resultados de pH

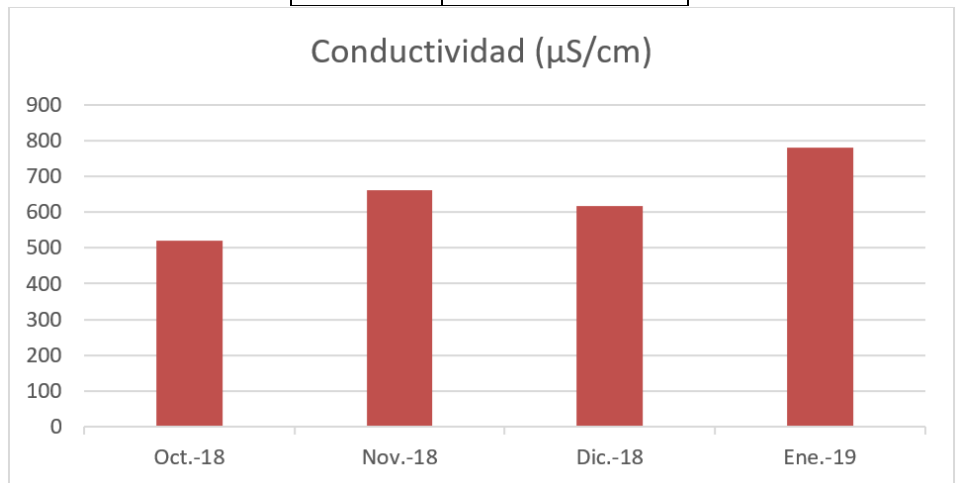
	pH
Oct-18	7.56
Nov-18	7.85
Dic-18	7.7
Ene-19	8.005



c) Conductividad

Tabla 11: Resultados de Conductividad

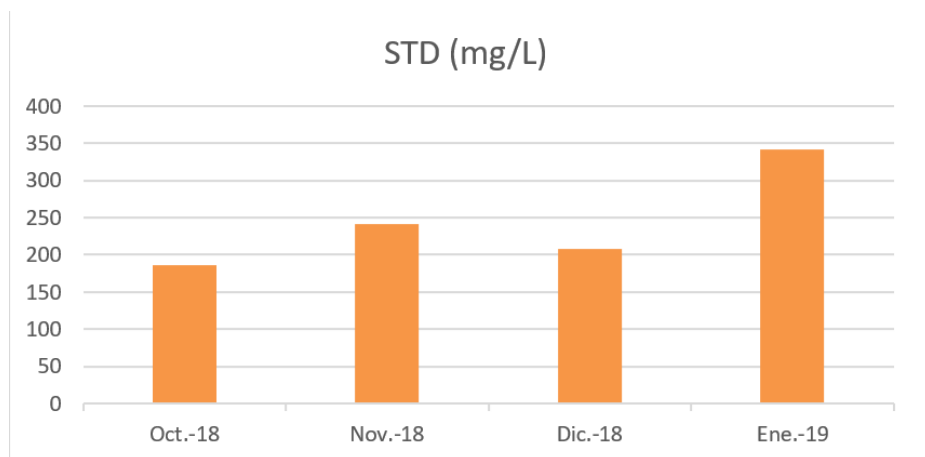
	Conductividad ($\mu\text{S/cm}$)
Oct-18	519.25
Nov-18	662.75
Dic-18	616.75
Ene-19	781.75



d) Sólidos totales disueltos (STD)

Tabla 12: Resultados de STD

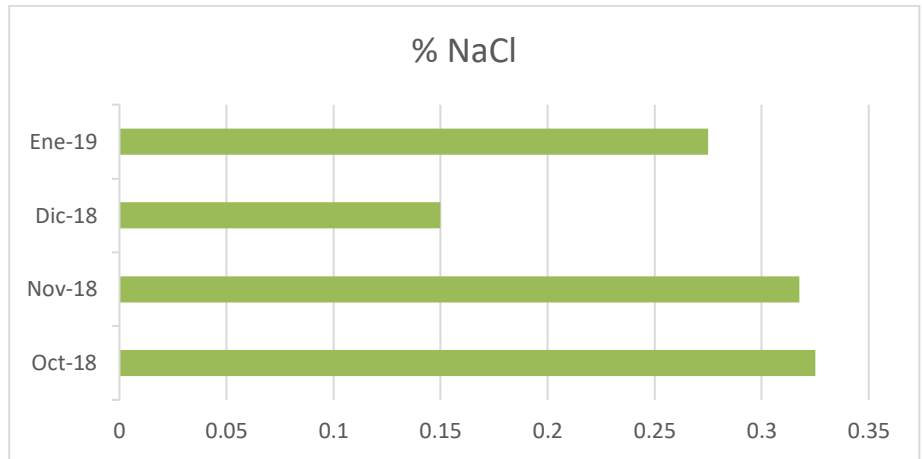
	STD (mg/L)
Oct-18	186.75
Nov-18	242
Dic-18	208.25
Ene-19	341.75



e) Salinidad (% NaCl)

Tabla 13: Resultados de Salinidad (%NaCl)

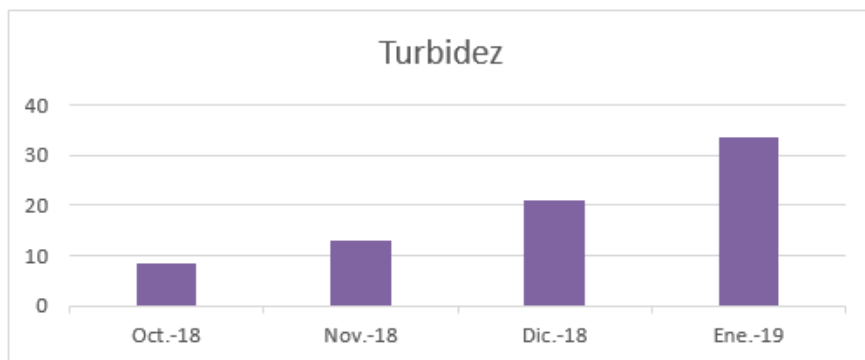
	% NaCl
Oct-18	0.325
Nov-18	0.3175
Dic-18	0.15
Ene-19	0.275



f) Turbidez

Tabla 14: Resultados de Turbidez

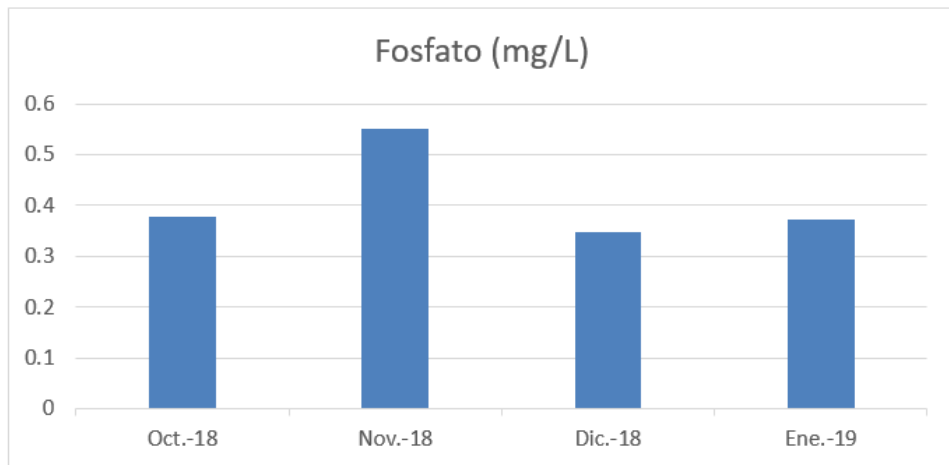
	Turbidez
Oct-18	8.5
Nov-18	13
Dic-18	21
Ene-19	33.5



g) Fosfato

Tabla 15: Resultados de fosfato

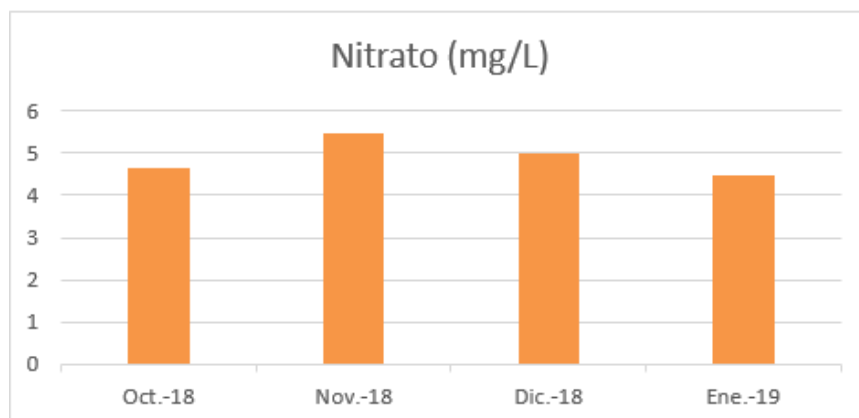
	Fosfato (mg/L)
Oct-18	0.37775
Nov-18	0.550333333
Dic-18	0.348
Ene-19	0.3725



h) Nitrato

Tabla 16: Resultados de nitrato

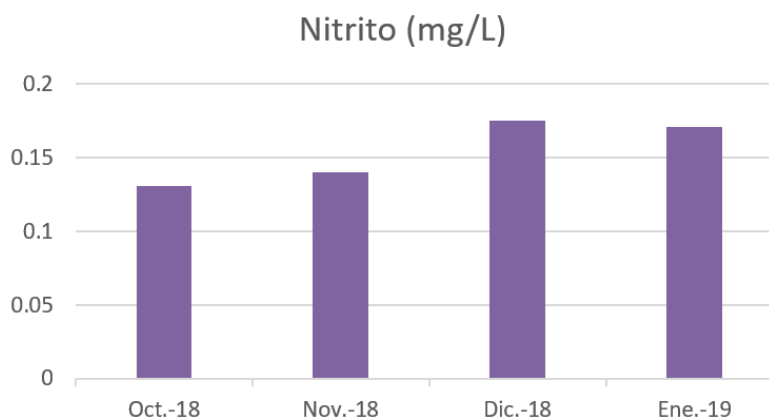
	Nitrato (mg/L)
Oct-18	4.65475
Nov-18	5.46975
Dic-18	5.005
Ene-19	4.487



i) Nitrito

Tabla 17: Resultados de nitrito

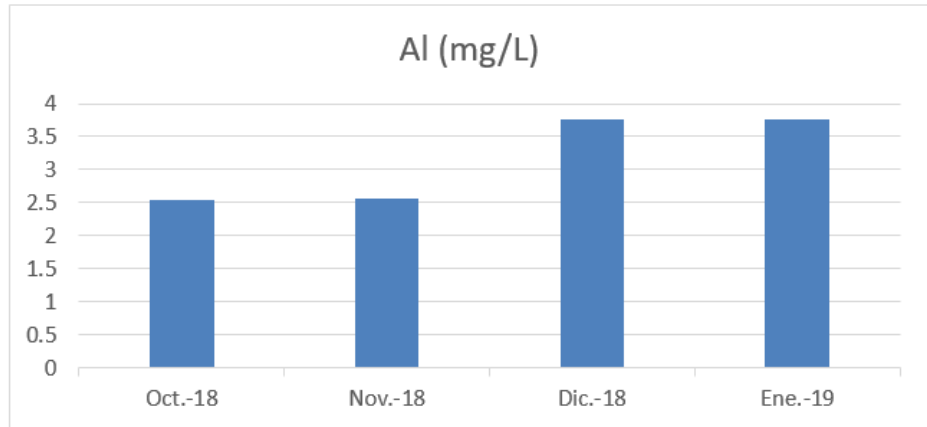
	Nitrito (mg/L)
Oct-18	0.13075
Nov-18	0.14
Dic-18	0.175
Ene-19	0.17075



j) Aluminio

Tabla 18: Resultados de aluminio

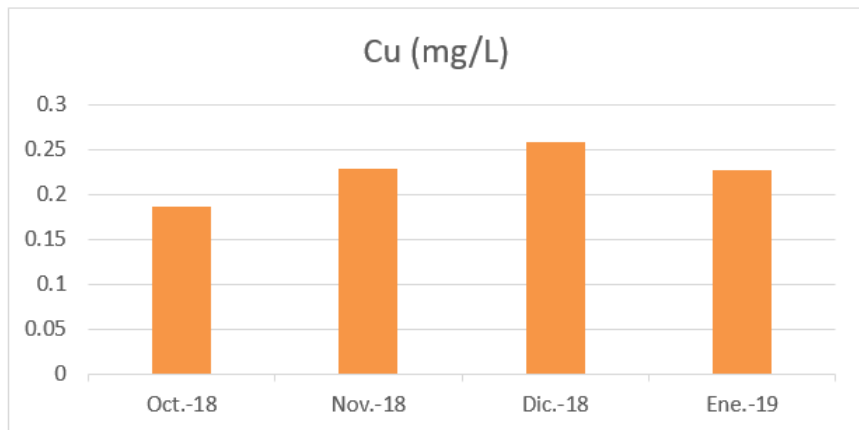
	Al (mg/L)
Oct-18	2.549925
Nov-18	2.56
Dic-18	3.765
Ene-19	3.77



k) Cobre

Tabla 19: Resultados de cobre

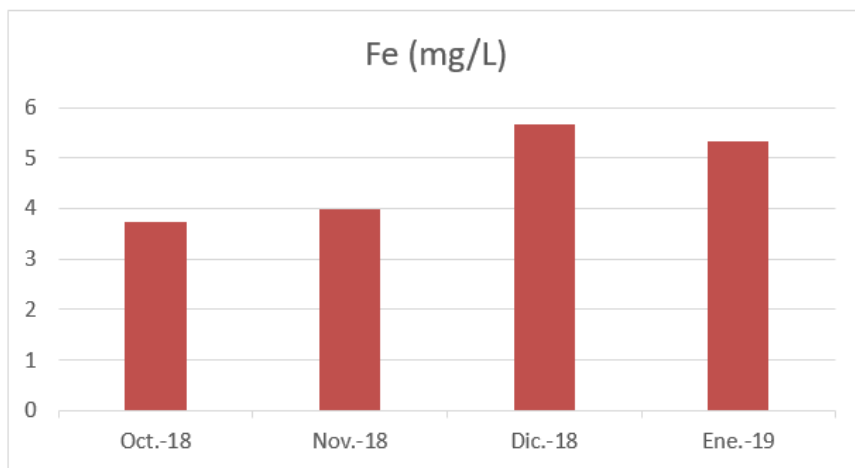
	Cu (mg/L)
Oct-18	0.18625
Nov-18	0.2275
Dic-18	0.2575
Ene-19	0.227



l) Hierro

Tabla 20: Resultados de hierro

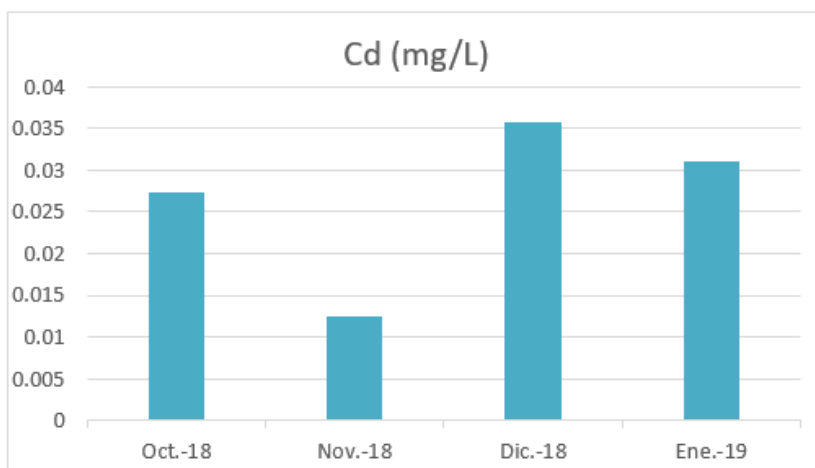
	Fe (mg/L)
Oct-18	3.74475
Nov-18	3.9775
Dic-18	5.668
Ene-19	5.3275



m) Cadmio

Tabla 21: Resultados de cadmio

	Cd (mg/L)
Oct-18	0.027275
Nov-18	0.0125
Dic-18	0.03575
Ene-19	0.031



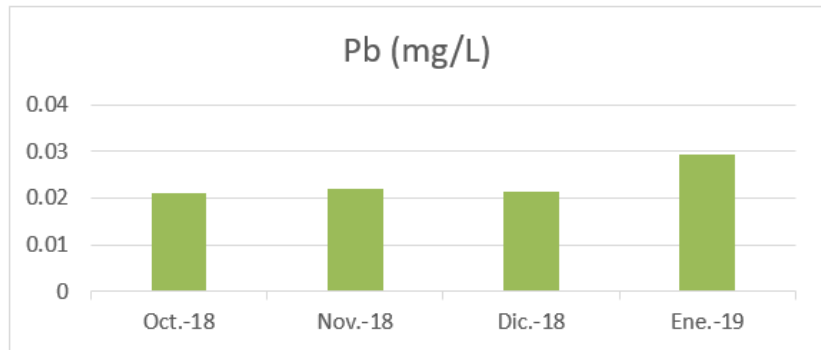
n) Plomo

Pb (mg/L)

Tabla

Oct-18	0.02105
Nov-18	0.021925
Dic-18	0.02125
Ene-19	0.029425

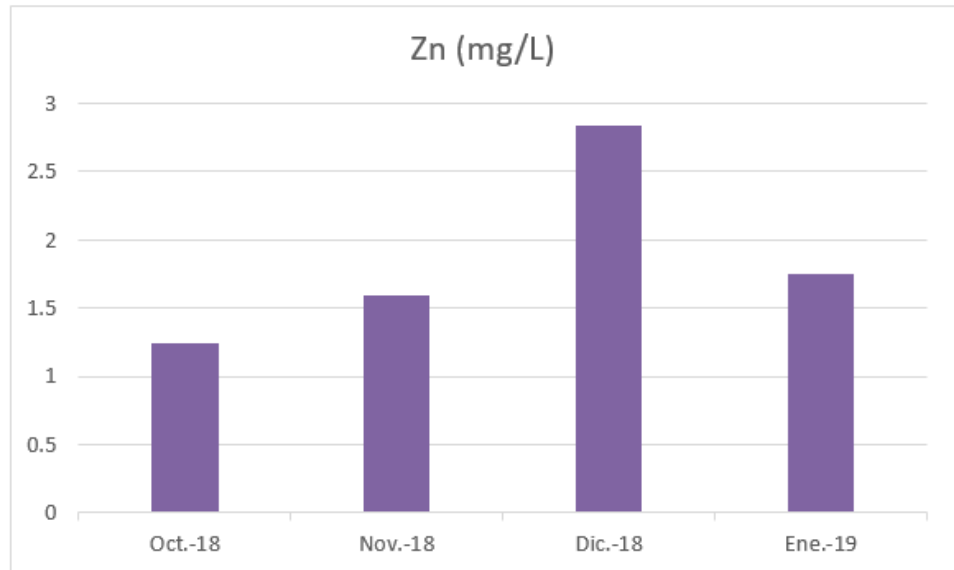
22: Resultados de plomo



o) Zinc

Tabla 23: Resultados de zinc

	Zn (mg/L)
Oct-18	1.2466
Nov-18	1.59
Dic-18	2.8325
Ene-19	1.7514



En los gráficos se puede observar el comportamiento de los parámetros fisicoquímicos en el periodo elegido en el cual se tiene dos meses de época de seca o estiaje (octubre y noviembre) de agua en el río y dos meses de época húmeda o de lluvias (diciembre y enero), en los meses de época húmeda aumentan los valores de los parámetros especialmente de los metales debido a que son arrastrados de la parte alta aguas arriba, dicha contaminación se debe a las actividades de la gran minería, pequeña minería, minería artesanal y minería informal, además sustancias provenientes de las actividades de los pobladores de la rivera del río Ica desde la parte alta hasta la parte baja.

IV. DISCUSIÓN

En la presente investigación, a partir del método utilizado se inicia con la determinación de los parámetros fisicoquímicos del agua superficial del río Ica, así como también, se observa que los resultados difieren marcadamente en las dos épocas cuando fueron medidos época de estiaje y en época húmeda, los resultados aumentan en época húmeda considerablemente en especial en los metales (sustancias orgánicas).

Especialmente en la investigación se dirigió a la verificación del comportamiento de los parámetros fisicoquímicos, y la gran importancia que permita buscar las correcciones adecuadas a los valores obtenidos que se encuentran por encima de la normatividad, se debe la contaminación del río a las actividades que realizan los pobladores de la rivera del río, a la gran minería que descargan sus vertimientos y drenajes ácidos al cuerpo de agua del río, las aguas residuales domésticas autorizadas y no autorizadas, la pequeña minería, la minería artesanal, la minería informal que son actividades que contaminan en una escala considerable las aguas del río, además a lo largo del valle entre las actividades importantes que tienen los pobladores, es la agricultura y la ganadería, dichas actividades también contaminan el río como son los vertimientos del riego por inundación y por infiltración en la agricultura, asimismo con la ganadería se contamina en el pastoreo en la rivera de la cuenca. Con respecto a estas diversas actividades deben de realizarse bajo medidas adecuadas de control y así evitar que se siga incrementando la contaminación, del río que es fundamental en el desarrollo económico, social y técnico, el valle de Ica es productor principal a nivel nacional de productos agroexportables, de excelente calidad, además se tiene un valle que produce las mejores menestras para consumo nacional, tiene los mejores viñedos y produce pisco y vino de calidad muy buena para consumo nacional e internacional, además produce diversas frutas deliciosas de calidad incomparable, por tal

motivo es importante cuidar el agua del río que es una fuente fundamental en todas las bondades que nos brinda esta hermosa ciudad de un clima y un suelo prodigioso.

Para realizar la comparación con la normatividad se determinó los parámetros fisicoquímicos de los puntos de monitoreo elegidos para la investigación, para tener un precisión se tomó las coordenadas UTM para analizar y comparar los resultados obtenidos más representativas de la zona en estudio y de los parámetros elegidos en la presente. Se eligieron los meses considerando, para determinar cómo difieren los parámetros fisicoquímicos en época de estiaje y en época húmeda, se observa que los parámetros inorgánicos (metales) aumentan considerablemente en época húmeda especialmente el cadmio debido al arrastre de la parte alta por acción de las lluvias y el aumento del caudal de río.

Tiene como objetivo la investigación de dar a conocer los resultados obtenidos a las instrucciones gubernamentales encargadas, los pobladores, las empresas de las rivera del río y los agricultores, uno de los problemas de la contaminación dl río son las actividades que realizan los pobladores de una manera inadecuada, es tiempo de crear conciencia con respecto a esta gran problemática ambiental.

Asimismo la contaminación de acuerdo a los resultados el agua no es apta para medio acuático, en el sector evaluado había criaderos de camarones, en esas condiciones no son aptos para consumo humano, de igual manera el agua para consumo humano necesita de un buen tratamiento.

V. CONCLUSIONES

- Se obtuvo los indicadores fisicoquímicos elegidos para la investigación, debido a la contaminación ambiental en las aguas superficiales de la cuenca hidrográfica que en su mayoría son provenientes de actividades antropogénicas en la rivera del río Ica.
- Se determinaron los parámetros fisicoquímicos en el periodo elegido de Octubre-Enero 2019, de lo cual podemos concluir que en época húmeda los parámetros inorgánicos (metales) aumentan considerablemente debido a que son arrastrados de la parte alta por el agua proveniente de las lluvias, los parámetros como el pH, conductividad, STD, salinidad, nitratos, sulfatos y fosfatos los resultados se encuentran dentro de los valores permitidos por la normatividad.
- Evaluando los resultados y comparando con los ECAs de la normatividad vigente se tiene un contenido alto de metales superando a los valores de los estándares especialmente el hierro en las dos épocas, en la época húmeda hay tener mucho cuidado la concentración del cadmio debido a su alto grado de toxicidad y con demás metales elegidos en la investigación.

VI. RECOMENDACIONES

- Se siga realizando investigaciones de la medición de los parámetros fisicoquímicos en toda la cuenca del río Ica, con la finalidad de buscar mecanismos adecuados para mitigar y controlar de una manera estratégica la contaminación ambiental en las aguas superficiales de la cuenca hidrográfica.
- La unión de la parte académica, las instituciones del estado, la empresa privada y la población; haciendo alianzas estratégicas para contribuir en lograr la mitigación de la contaminación ambiental de todos los ríos de la región y del país, debido a que se trata de un problema que se tiene que buscar de resolver a partir del diagnóstico.
- Realizar tratamiento adecuado al agua de consumo humano y tener cuidado en consumir camarones del río especialmente en tramo evaluado sería peligroso para salud.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- [1] J. Gil y C. y. M. N. Vizcaino, 2018. [En línea]. Available: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/6480001.pdf>.
- [2] E. Sanchez, M. Colmenarejo, J. Vicente, A. Rubio, M. Garcia y L. a. B. R. Travieso, «indicators of watersheds pollution. Ecol. Indic,» 2007, pp. 315-328.
- [3] S. y. M. K. Lekshumiprasad, «Water Quality Assessment, Journal of Emerging Technology and Advanced Engineering,» 2017. [En línea]. Available: www.ijetae.com.
- [4] H. Kung y L. a. L. Y. Ying, «Fuzzy Clustering Analysis,» Water Resour. Bull. 28(3):, 1992, pp. 525-533.
- [5] R. Marin, «tratamiento y control de calidad de agua,» 2003. [En línea]. Available: <https://www.editdiazdesantos.com/wwwdat/pdf/9788490522103.pdf>.
- [6] M.I.N.A.M. 2009. [En línea]. Available: <http://mapas.snet.gob.sv/hidrologia/Documentos/CalidadAqua2009.pdf>
- [7] Es mi Perú, «La cuenca del rio SJ y el valle de Chíncha» 11 03 2007. [En línea]. Available: <https://esmiperu.blogspot.com/2007/03/la-cuenca-del-ro-san-juan-y-el-valle-de.html>.
- [8] J. Gil y C. y. M. N. Vizcaino, «Evaluación utilizando el índice de calidad del agua» 05 Mayo 2018. [En línea]. Available: <http://www.scielo.org.co/pdf/pml/v12n2/1909-0455-pml-12-02-00035.pdf>
- [9] Y. Rincón y D. y. C. W. Daza, «indicadores de contaminación ambiental en el río Acapulco, Condinamarca-Colombia,» 2011. [En línea]. Available: <http://www.scielo.org.co/pdf/tecn/v15n28/v15n28a06.pdf>.
- [10] L. Quintero, E. Agudelo, Y. Quintana y S. y. O. A. Cardona, «Determinación de indicadores para la calidad de agua, sedimentos y suelos, marinos y costeros en puertos colombianos,» Diciembre 2010. [En línea]. Available: https://www.researchgate.net/publication/237025547_Determinacion_de_indicadores_para_la_calidad_de_agua_sedimentos_y_suelos_marinos_y_costeros_en_puertos_colombianos

- [11] C. T. D. G. A. D. G. & S. L. Hahn, «Determinación de la calidad mediante indicadores biológicos y fisicoquímicos» 2009. [En línea]. Available: http://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S0123-30682009000200007&script=sci_abstract&tIng=es%20http://www.scielo.org.co/pdf/bccm/v13n2/v13n2a06.pdf
- [12] N. Samboni y Y. y. E. J. Carbajal, «Revisión de parámetros fisicoquímicos como indicadores de calidad y contaminación del agua,» Diciembre 2007. [En línea]. Available: http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-56092007000300019.
- [13] K. Luna, «Determinación del índice de calidad del agua del río Asana » 2019. [En línea]. Available: <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/11043> <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/11043/IAlucokd.pdf?sequence=3&isAllowed=y>.
- [14] Y. Diaz, «Determinación de variables con mayor impacto en la calidad del agua» Universidad Nacional Federico Villarreal, 2019. [En línea]. Available: <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/3807>.
- [15] L. Saavedra, «Caracterización fisicoquímica y biológica de la calidad del agua del río Llaucano de la ciudad de Bambamarca,» Cajamarca-Perú, 2019.
- [16] H. Ochoa, «Evaluación de la calidad del agua del canal de irrigación (CIMIRM), en el tramo de la estación experimental el Mantaro UNCP,» Huancayo-Perú, 2013.
- [17] P. Espinoza, «Determinación del índice de calidad ambiental de las aguas destinadas a consumo humano» 2019. [En línea]. Available: <https://1library.co/document/y863ek4q-determinacion-indice-calidad-ambiental-destinadas-chanchajalla-distrito-tinguina.html>
- [18] G. Gomez, «Contaminación Ambiental en la Amazonia Peruana,» Iquitos-Perú, IIAP Documento Técnico N°20, 1995.
- [19] ANA, «Protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales,» 2016. [En línea]. Available: https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/publication/files/protocolo_nacional_para_el_monitoreo_de_la_calidad_de_los_recursos_hidricos_superficiales.pdf.
- [20] M. & H. R. Meybeck, «Water Quality Assessments. A Guide to the Use of Biota, Sediments and Water in Environmental Monitoring» 1996. <https://www.nap.edu/read/13437/chapter/7>
- [21] B. M. B. & L. Hart, «New generation water quality guidelines for ecosystem protection,» Freshwater Biology, 1999, pp. 347-359.

- [22] DIGESA, «Dirección general de salud ambiental DIGESA,» 2011. [En línea]. Available: http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/informes_tecnicos/GRUPO%20DE%20USO%201.pdf
- [23] P. Espinoza, «Determinación del índice de calidad ambiental de las aguas destinadas a consumo humano» 2019. [En línea]. Available: <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/22316>.
- [24] R. R. G. & S. A. Moore, «Electrical Conductivity as an Indicator of Water Chemistry and Hydrologic Process,» Watershed Management Bulletin, 2008, pp. 25-29.
- [25] I. C. K. H. N. K. N. & K. K. Mills, «Quantities, units and symbols in physical chemistry. Blackwell Science,» 1993.
- [26] J. Laurente, «Valoración del Índice de Calidad de Agua de la Fundación Nacional de Saneamiento (ICA-NSF) en un Tramo de la Quebrada Cruz de Motupe,» Tingo María, (Informe de Práctica Pre Profesional). Universidad Nacional Agraria de la Selva, 2015.
- [27] R. Marín, «tratamiento y control de calidad de aguas» España, Ediciones Díaz de Santos, 2003.
- [28] C. Vargas, «Análisis de bacterias comunes en plantas de tratamientos de diferentes efluentes que son indicadores de alta eficiencia en remoción de contaminantes,» Costa Rica, 2010.
- [29] J. Perez, «Caracterización de la calidad del agua en la planta de tratamiento de agua potable y en la res de distribución de la ciudad de opal,» Bucaramanga, 2010.
- [30] K. Calsín, «Calidad Física, Química y bacteriológica de Aguas Subterráneas de Consumo Humano en el Sector de Taparachi III de la Ciudad de Juliaca, Puno,» Puno, 2016.
- [31] M. Raisbeck, «Water quality for Wyoming livestock & wildlife,» 2008.
- [32] O. Martínez, «Determinación de la calidad fisicoquímica del agua del Canal de Chiquimulilla en la Reserva Natural de Usos Múltiples,» Monterrico. Guatemala, 2006.
- [33] V. Kale, «Water Quality Parameters. International Advanced, Engineering and Technology» 2016, pp. 186-190.
- [34] A. Aznar, «Determinación de los parámetros fisico-químicos de calidad de las aguas. Gestión ambiental,» 2000, pp. 12-19.

- [35] M. Dräger, «La importancia de la temperatura corporal central. Fisiopatología y métodos de medición,» Lübeck, 2013.
- [36] S. G. S. & S. S. Karastogianni, «pH: Principles and Measurement. hessaloniki: Elsevier Ltd,» 2016.
- [37] J. Tinoco, «Manual de técnicas analíticas para la determinación de parámetros físicoquímicos y contaminantes marinos: Aguas, sedimentos y organismos,» Santa Marta, Colombia: Investigaciones Marinas y Costeras, , Instituto de José Benito Vives de Andrés, INVEMAR., 2007.
- [38] O. Egemen, «Environment and water pollution,» de 2000.
- [39] V. T. G. & N. J. Smith, «Eutrophication. Environ. Pollut.,» 1999, pp. 179-196.
- [40] E. & R. P. Delhaize, «Aluminum toxicity and tolerance in plants. Plant physiology,» 1995, pp. 107(2), 315.
- [41] Agency for Toxic Substances and Disease Registry, «Toxicological profile for aluminum,» 2008.
- [42] R. Bernhoft, «Cadmium toxicity and treatment. The Scientific World Journal.,» 2013.
- [43] R. & F. J. Acevedo, «Geoethics. In Geoethics In Latin America,» Springer, Cham, 2018.
- [44] M. G. d. D. H. & F. N. Forrellat, «Metabolismo del hierro.,» Rev Cubana Hematol. Rev Cubana Hematol, 2000, pp. 16(3): 149-160.
- [45] J. Romero, de *Calidad del agua*, Bogotá, Colombia, Escuela Colombiana, 2002.
- [46] DIGESA GESTA AGUA, «Parámetros organolépticos,» [En línea]. Available: http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/informes_tecnicos/GRUPO%20DE%20USO%201.pdf y <https://www.slideshare.net/martinseas5/grupo-de-uso-gesta-agua-digesa>.
- [47] D.S. N° 004-2017-MINAM, 2017. [En línea]. Available: <https://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-004-2017-MINAM.pdf>.
- [48] G. Roldán, «Bioindicación de la calidad del agua en Colombia,» Medellín, Universidad de Antioquia Colombia, 2003, p. 170 pp.

- [49] C. Paredes y J. y. A. L. Iannacone, «Uso de macroinvertebrados bentónicos como bioindicadores de la calidad de agua» Lima, Revista peruana de Entomología. Vol. 31, 2005, pp. 219-225 pp.
- [50] Prada, «Fundamentos para la evaluación del estado, el trabajo de recuperación y protección, realizado en una microcuenca hidrográfica,» Mayo 2008. [En línea]. Available:
<http://apramat.iespana.es/MANEJO%20DE%20AGUAS/MICROCUENCA%20Y%20AGUA.pdf,pp.1-2>
- [51] T. Bhattacharya y N. a. C. S. Tuck, «“Physicochemical analysis of groundwater quality of Anand district”,» ISCA Int. Res. J. Environ. Sci. 1(1)33:38, 2012.
- [52] C. Cude, «A tool for evaluating water quality management effectiveness» Assess 37, 2001, pp. 125-137.
- [53] D. Smith, «A better water quality indexing system for rivers and streams,» Water Res. 24(10):, 1990, pp. 1237-1244.
- [54] L. Canter, «Environmental Impact Assessment,» McGraw-Hill Series in Water Resources and Environmental Engineering, ISBN 0-07-009767-4, 1996, pp. 122-123.
- [55] C. Caho y E. y Lopéz, «Determinación del Índice de Calidad de Agua empleando las metodologías UWQI y CWQI,» Diciembre 2017. [En línea]. Available: <http://www.scielo.org.co/pdf/pml/v12n2/1909-0455-pml-12-02-00035.pdf>
- [56] C. Sierra, «Calidad del Agua: evaluación y diagnóstico (Primera ed.). Medellín, Colombia,» 2011. [En línea]. Available: <http://ebookcentral.proquest.com>.
- [57] ICAIR Life Systems, Inc., «Drinking water criteria document on nitrate/nitrite» Environmental Protection Agency, 1987.
- [58] W. H. O. «Guidelines for drinking-water quality» 2011.
- [59] C. Sierra, «Calidad del Agua: evaluación y diagnóstico (Primera ed.),» 2011. [En línea]. Available: <http://ebookcentral.proquest.com>.
- [60] A. P. H. A. «Water Environment Federation» 1999.
- [61] G. Nordberg, «Metales» enciclopedia de la OIT. D. 2012.

- [62] Atanacio, «Determinación de los parámetros fisicoquímicos para evaluar la calidad del agua» 2018.

ANEXOS







Fotos de la toma de muestras



Fotos de laboratorio