

UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE CHOTA

Facultad de Ciencias Agrarias

Escuela Profesional de Ingeniería Forestal y Ambiental



Evaluación del comportamiento de los parámetros físico-químicos y microbiológicos para determinar la calidad de agua de categoría III en la quebrada "San Mateo" - distrito de Chota, 2019.

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO FORESTAL Y AMBIENTAL

PRESENTADO POR

Bach. Flor Idelsa Fustamante Idrogo

Asesora: Mg. Doris Elena Delgado Tapia

Co- Asesor: Ing. Ever Núñez Bustamante

CHOTA – PERÚ

2020

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

ACTA N° 02-2020/EPIFA/UNACH

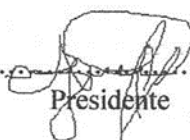
Siendo las 9:00 horas, del día 30 de septiembre de 2020 se dio inicio, en video conferencia del aplicativo Meet Google, los miembros del Jurado de Tesis titulada: “Evaluación del comportamiento de los parámetros físico-químicos y microbiológicos para determinar la calidad de agua de categoría III en la quebrada “San Mateo” - distrito de Chota, 2019”, integrado por:


1. M. Sc. Yuli Anabel Chávez Juanito Presidente
2. M.Sc. Maryuri Yohana Vega Eras Secretario
3. M.Sc. Ismael Suárez Medina Vocal


Sustentada por la Bach. Flor Idelsa Fustamante Idrogo, con la finalidad de obtener el título profesional en Ingeniería Forestal y ambiental.

Terminada la sustentación, con las preguntas formuladas por los integrantes del Jurado y las respuestas otorgadas por el graduando, luego de deliberar, acuerda Aprobar la tesis, siendo las 10:20 horas del mismo día mes y año, calificándola con la nota de: 16 (**DIECISÉIS**), se eleva la presente Acta al Coordinador de la Facultad de Ciencias Agrarias, a fin de que se le declare EXPEDITO para conferirle el GRADO de INGENIERO FORESTAL Y AMBIENTAL.

Firmado en: Chota, 30 de septiembre del 2020


.....
Presidente


.....
Secretario


.....
Vocal

DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO

Yo, **Flor Idelsa Fustamante Idrogo**, identificada con **DNI N° 71391091** Bachiller en Ingeniería Forestal y Ambiental – Facultad de Ciencias agrarias de la Universidad Nacional Autónoma de Chota.

DECLARO BAJO JURAMENTO QUE:

1. Soy la autora de la tesis titulada: Evaluación del comportamiento de los parámetros físico-químicos y microbiológicos para determinar la calidad de agua de categoría III en la quebrada “San Mateo” - distrito de Chota, 2019.
La misma que presento para optar el título profesional de Ingeniero **Forestal y Ambiental**
2. La tesis es original e inédita, no ha sido desarrollado o presentado, parcial ni totalmente, por cualquier persona natural o jurídica ante cualquier institución académica, de investigación, profesional o similar.
3. Las citas de otros autores y referencias han sido debidamente identificadas respetando las normas internacionales para las fuentes consultadas.
4. Los datos de los resultados presentados son reales no han sido imitados, ni falsificados.

Por lo expuesto, mediante la presente me comprometo ante la Universidad Nacional Autónoma de Chota, asumir toda responsabilidad que se pueda derivar por la originalidad, veracidad y contenido de la tesis.

Chota 15 de octubre de 2020



Bach. Flor Idelsa Fustamante Idrogo

AGRADECIMIENTO

Agradecer a Dios por la vida, motivos para continuar adelante, bendiciones para alcanzar mi formación profesional y por todas las cosas que me ha regalado para poder lograr lo que me propuesto hasta aquí.

A mi madre, infinitas gracias por ser parte de mi educación constante, por tu confianza, por tus consejos, por priorizar siempre mis necesidades más que las tuyas y por todos los sacrificios que has hecho para verme profesional. A mi padre a pesar de las diferencias te siento conmigo siempre y te quiero mucho.

A la Mg. Doris Elena Delgado Tapia e Ing. Ever Núñez Bustamante, por la dirección y entrega para alcanzar los objetivos y culminación de esta tesis.

De la misma forma agradezco a mis compañeros de universidad: Lizbeth, Marco y Roxana por su cooperación mutua para la terminación del presente trabajo, siempre los llevaré en mi corazón.

DEDICATORIA

Trabajo dedicado a Dios, a mis padres, Reyes y Emelina quienes son mi motivo y ejemplo a seguir. A mi madrina Tomasa Marrufo a quien siempre la llevaré presente porque muchos de mis logros se la debo a ella.

A mis abuelitos, Valentín Idrogo y Natividad Marrufo, aunque no estén físicamente conmigo sé que desde el cielo estarán muy orgullosos de mí y junto a papá Dios me cuidarán siempre y me estarán esperando para volver abrazarme de nuevo.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

AGRADECIMIENTO	iv
DEDICATORIA.....	v
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
CAPÍTULO I.....	18
INTRODUCCIÓN	18
CAPÍTULO II	22
MARCO TEÓRICO.....	22
2.1. Antecedentes de la investigación	22
2.1.1. A nivel mundial.....	22
2.1.2. A nivel nacional	23
2.1.3. A nivel local.....	24
2.2. Bases Teóricas.....	26
2.2.1. Comportamiento de parámetros físicos-químicos y microbiológicos.....	26
2.2.2. Calidad del agua.....	26
2.2.3. Parámetros de calidad de agua para riego y bebida de animales	27
2.2.4. Enfermedades por la contaminación del agua.....	31
2.2.5. Normativa Legal de la calidad y uso de agua	32
2.3. Marco conceptual	34
2.3.1. Comportamiento.....	34

2.3.2. Contaminante	34
2.3.3. Estación de muestreo	35
2.3.4. Muestra de agua	35
2.3.5. Parámetro	35
CAPÍTULO III.....	36
MARCO METODOLÓGICO.....	36
3.1. Ubicación	36
3.1.1. Ubicación Política	36
3.1.2. Ubicación geográfica	36
3.2. Descripción de la zona de estudio.....	37
3.2.1. Topografía.....	37
3.2.2. Hidrología	38
3.2.3. Clima.....	38
3.3. Población y muestra	38
3.4. Equipos, materiales e insumos	39
3.5. Metodología de la investigación	40
3.5.1. Tipo de investigación	40
3.5.2. Diseño de la investigación	40
3.5.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	40
3.5.4. Procedimiento de recolección de muestras	41
3.6. Análisis estadístico.....	45

CAPÍTULO IV	46
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	46
4.1. Evaluación del caudal.....	46
4.2. Evaluación de parámetros físico-químicos	47
4.2.1. Concentración de conductividad	47
4.2.2. Concentración de pH	49
4.2.3. Concentración de oxígeno disuelto.....	50
4.2.4. Concentración de temperatura	52
4.2.5. Concentración de DBO ₅	54
4.3. Evaluación de parámetro Microbiológicos	55
4.3.1. Concentración de coliformes termotolerantes	55
4.4. Comparación de la concentración de los parámetros con los estándares de calidad ambiental para aguas de Categoría III.....	58
4.5. Correlación de parámetros físico-químicos y microbiológicos evaluados en la quebrada San Mateo.....	65
4.5.1. Correlación entre conductividad eléctrica y pH	66
4.5.2. Correlación entre conductividad eléctrica y temperatura	67
4.5.3. Correlación entre temperatura y oxígeno disuelto.....	68
4.5.4. Correlación entre oxígeno disuelto y DBO ₅	69
4.5.5. Correlación entre pH y coliformes termotolerantes	70
4.5.6. Correlación entre temperatura y coliformes termotolerantes	71

4.6. Análisis de varianza, coeficiente de variación y probabilidad de las concentraciones de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en las tres estaciones de muestreo.....	72
CAPÍTULO V	75
5.1. CONCLUSIONES	75
5.2. RECOMENDACIONES.....	77
CAPÍTULO VI	78
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	78
CAPÍTULO VII	90
ANEXOS	90
7.1. Panel fotográfico	90
7.2. Fichas de registro y cadena de custodia	95
7.3. Informes de ensayo de laboratorio	99

LISTA DE ILUSTRACIONES

TABLAS

Tabla 1. <i>Enfermedades infecciosas más comunes ocasionadas por las bacterias.</i>	32
Tabla 2. <i>Parámetros físicos-químicos y microbiológicos de la Categoría III de los Estándares de Calidad Ambiental para Aguas.</i>	33
Tabla 3. <i>Georreferenciación de las estaciones de muestreo.</i>	37
Tabla 4. <i>Estaciones de muestreo.</i>	42
Tabla 5. <i>Parámetros determinados en campo</i>	43
Tabla 6. <i>Parámetros determinados en laboratorio</i>	45
Tabla 7. <i>Caudal de la quebrada San Mateo durante los 3 meses de muestreo por cada estación.</i>	46
Tabla 8. <i>Valores de conductividad en las 03 estaciones de la quebrada San Mateo</i>	47
Tabla 9. <i>Valores de pH en las 03 estaciones de la quebrada San Mateo</i>	49
Tabla 10. <i>Valores de Oxígeno Disuelto en las 03 estaciones de la quebrada San Mateo</i>	50
Tabla 11. <i>Concentración de la temperatura obtenida durante el monitoreo</i>	52
Tabla 12. <i>Concentración de la DBO₅ obtenida durante el monitoreo.</i>	54
Tabla 13. <i>Concentración de coliformes termotolerantes obtenidos durante el monitoreo</i>	55
Tabla 14. <i>Resultados de la calidad de agua en la estación Qsmat.01 Según los ECAs para aguas de Categoría III.</i>	58
Tabla 15. <i>Resultado de la calidad de agua en la estación Qsmat.02 Según los ECAs para aguas de Categoría III.</i>	60
Tabla 16. <i>Resultado de la calidad físico-química de agua en la estación Qsmat.03 según los ECAs para aguas de Categoría III.</i>	63
Tabla 17. <i>Correlación de parámetros físico-químicos y microbiológicos</i>	65

Tabla 18. <i>Análisis de coeficiente de variación y desviación estándar para los parámetros evaluados en las tres estaciones de muestreo.</i>	72
Tabla 20. <i>Análisis de la probabilidad que cumplen con los ECAs</i>	73
Tabla 21. <i>Análisis de Varianza (ANOVA) y valor significativo de la investigación</i>	74

FIGURAS

Figura 1. Ubicación Política de la Quebrada San Mateo.....	36
Figura 2. Croquis de las estaciones de muestreo a lo largo de la quebrada San Mateo. Fuente: (Google Earth, 2019).....	37
Figura 3. Comportamiento de la conductividad a lo largo de la quebrada San Mateo durante el monitoreo.....	47
Figura 4. Comportamiento de la concentración de pH a lo largo de la quebrada San Mateo	49
Figura 5. Comportamiento de la concentración del oxígeno disuelto a lo largo de la quebrada San Mateo.....	51
Figura 6. Comportamiento de las concentraciones de temperatura a lo largo de la quebrada San Mateo.....	53
Figura 7. Comportamiento de las concentraciones de la DBO ₅ a lo largo de la quebrada San Mateo.....	54
Figura 8. Comportamiento de la concentración de Coliformes Termotolerantes a lo largo da la quebrada San Mateo.....	56
Figura 9. Correlación entre conductividad y pH del agua de la quebrada San Mateo.....	66
Figura 10. Correlación entre conductividad eléctrica y temperatura del agua de la quebrada San Mateo.....	67
Figura 11. Correlación entre oxígeno disuelto y temperatura del agua de la quebrada San Mateo.....	68
Figura 12. Correlación entre oxígeno disuelto y DBO ₅ del agua de la quebrada San Mateo.	69
Figura 13. Correlación entre pH y coliformes termotolerantes del agua de la quebrada San Mateo.....	70
Figura 14. Correlación entre temperatura y coliformes termotolerantes del agua de la quebrada San Mateo.....	71

Figura 15. Recolección de muestras para laboratorio en la estación QSmat.01	90
Figura 16. Determinación de la concentración de parámetros con el multiparámetro en la estación QSmat.01	90
Figura 17. Determinación de caudal en la estación QSmat.01	91
Figura 18. Recolección de muestras para el laboratorio en la estación QSmat.02	91
Figura 19. Determinación de la concentración de parámetros con el multiparámetro en la estación QSmat.02	92
Figura 20. Determinación del caudal en la estación QSmat.02	92
Figura 21. Recolección de muestras para el laboratorio en la estación QSmat.03	93
Figura 22. Determinación de la concentración de parámetros con el Multiparámetro en la estación QSmat.02	93
Figura 23. Determinación del caudal en la estación QSmat.03	94
Figura 24. Muestras recogidas en las 03 estaciones de muestreo para enviar a laboratorio...94	
Figura 25. Cadena de custodia usada para parámetros enviados a laboratorio de fecha 30/09/2019.....	95
Figura 26. Cadena de custodia usada para parámetros enviados a laboratorio de fecha 30/10/2019.....	96
Figura 27. Cadena de custodia usada para parámetros enviados a laboratorio de fecha 29/11/2019.....	97
Figura 28. Ficha de registro para parámetros determinados con el multiparámetro durante los 03 periodos de muestreo.....	98
Figura 29. Datos generales de las muestras tomadas el 30/09/2019 en las 03 estaciones de muestreo.....	99
Figura 30. Concentración de parámetros evaluados en laboratorio el 30/09/2019.....	100

Figura 31. Datos generales de las muestras tomadas el 30/10/2019 en las 03 estaciones de muestreo.....	101
Figura 32. Concentración de parámetros evaluados en laboratorio el 30/10/2019.....	102
Figura 33. Datos generales de las muestras tomadas el 30/11/2019 en las 03 estaciones de muestreo.....	103
Figura 34. Concentración de parámetros evaluados en laboratorio el 30/11/2019.....	104

LISTA DE ABREVIATURAS

ANA: Autoridad Nacional del Agua

CE: Conductividad Eléctrica

DBO₅: Demanda Bioquímica de Oxígeno

ECA: Estándar de Calidad Ambiental

INACAL-DA: Dirección de Acreditación del Instituto de Calidad

IDEAM: Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales

MINAM: Ministerio del Ambiente

OD: Oxígeno Disuelto

OMS: Organización Mundial de la Salud

pH: Potencial de Hidrógeno

PNUMA: Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente

QSm_{at}.01: Estación 1 de muestreo de la quebrada San Mateo

QSm_{at}.02: Estación 2 de muestreo de la quebrada San Mateo

QSm_{at}.03: Estación 3 de muestreo de la quebrada San Mateo

SENAMHI: Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología

UNESCO: Organización de las Naciones Unidas para la Educación la Ciencia y la Cultura

RESUMEN

El objetivo del estudio fue evaluar el comportamiento de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, para determinar la calidad del agua de categoría III (riego de vegetales y bebida de animales) en la quebrada "San Mateo" del distrito de Chota; para lo cual se realizó tres muestreos de septiembre a noviembre del 2019, en tres estaciones: QSmat.01 ubicada en el sector Santa Clara, QSmat.02 ubicada en el sector Santa Mónica y QSmat.03 antes de la confluencia con el río Chotano; los parámetros de campo (conductividad, pH, oxígeno disuelto y temperatura) se evaluó con equipo multiparámetro SN-ODEOA-2126, según los lineamientos de R. J. N°010-2016 ANA; "Protocolo Nacional para el Monitoreo de la Calidad de los recursos Hídricos Superficiales" y los parámetros: Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) y coliformes termotolerantes se determinaron a través de métodos de ensayo (SMEWW. APHA-AWWWA-WEF) establecidos en un laboratorio acreditado por INACAL-DA con registro N° LE-084. Los resultados se compararon con los ECAs para aguas de categoría III, según el DS N° 004-2017-MINAM, obteniéndose en la estación QSmat.01 que las concentraciones de los parámetros fisicoquímicos cumplen con los ECAs, sin embargo, la concentración de coliformes termotolerantes (> 1 000 y 2 000 NMP/100ml) no cumplen; en las estaciones QSmat.02 y QSmat.03 las concentraciones de oxígeno disuelto (< 4 y 5mg/L), DBO₅ (> 15 mg/L) y coliformes termotolerantes (> 1 000 y 2 000 NMP/100ml) no cumplen. Concluyendo que las aguas de la quebrada San Mateo fueron de mala calidad para la categoría III.

Palabras Clave: calidad de agua, parámetros fisicoquímicos y microbiológicos

ABSTRACT

The objective of the study was to evaluate the behavior of the physicochemical and microbiological parameters to determine the quality of category III water (irrigation of vegetables and drink of animals) in the "San Mateo" stream of the Chota district; for which three samplings were carried out from September to November 2019, in three stations: QSmat.01 located in the Santa Clara sector, QSmat.02 located in the Santa Mónica sector and QSmat.03 meters before the confluence with the Chotano river; the evaluation of the field parameters (conductivity, pH, dissolved oxygen and temperature) was made with multiparameter equipment SN-ODEOA-2126, according to the guidelines of R. J. N° 010-2016-ANA; "the national protocol for monitoring the quality of surface water resources" and the parameters: biochemical oxygen demand (DBO5) and thermotolerant coliforms were determined through test methods (SMEWW. APHA-AWWWA-WEF) established in a laboratory accredited by INACAL-DA with registration N LE-084. The results were compared with the RCTs for category III waters, according to DS N° 004-2017-MINAM, obtaining in the QSmat.01 station that the concentration of the physicochemical parameters comply with the ECAs, however the concentration of thermotolerant coliforms (> 1 000 y 2 000 NMP/100ml) do not comply ; in the QSmat.02 and QSmat.03 stations, the concentrations of dissolved oxygen < 4 y 5mg/L), DBO5 (> 15 mg/L) and thermotolerant coliforms (> 1 000 y 2 000 NMP/100ml) do not comply. Concluding that the waters of the San Mateo stream are of poor quality for category III.

Key Words: water quality, physicochemical and microbiological parameters.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El agua es el recurso hídrico esencial para poder desarrollarnos, ya que es el componente necesario para el proceso metabólico que se realizan en los seres vivos, todos hacemos uso de ella no solo para beber, sino para distintas actividades ya sean domésticas, industriales, agrícolas, etc. Además, ésta interviene fundamentalmente en el proceso de alimentación de las plantas y es el lugar para el desarrollo de algunos seres vivos (Paredes, 2013). Por lo tanto, la debemos cuidar y proteger.

La calidad de agua se constituye como un factor benéfico, fundamental para la salud, desarrollo económico, bienestar humano y desarrollo sostenible que proporcionen el adelanto y mejora continua (Villena, 2018). En virtud de lo que el autor menciona es esencial priorizar la conservación de las características naturales de los cuerpos hídricos superficiales y asegurar un adecuado uso por parte de los seres vivos.

La calidad de este líquido elemento, según la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO], (2016) es perjudicada por las mitigaciones de aguas residuales domésticas y desechos agrícolas derivados de actividades antropomórficas y como consecuencia de ello; pone en peligro la supervivencia de las plantas, animales e incluso de las personas. Para, el Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente [PNUMA] (2015) se están ingresando aguas servidas y residuos sólidos a la cuenca Chancay Lambayeque, los cuales constituyen graves focos de contaminación, puesto que deterioran el ecosistema acuático, la biodiversidad de la cuenca y la salud de la gente. En Cajamarca, las aguas del río San Lucas y Mashcón son afectadas por el ingreso de contaminantes provenientes de actividades domésticas y residuos del camal municipal, poniendo en peligro la supervivencia de las personas y del ecosistema, puesto que con estas aguas se riegan los cultivos agrícolas en el distrito (Escalante, 2018). Las aguas de la

quebrada San Mateo no son ajenas a este tipo de contaminantes, debido a que son afectadas en su trayecto por aguas residuales originados de los asentamientos humanos que se ubican alrededor de la quebrada y desagües de la ciudad de Chota (Tapia, 2017); a pesar de esto la población los usa como fuente de irrigación para las hortalizas y pastizales, los mismos que son consumidos por el ganado vacuno y la población misma.

Según la Organización de las Naciones Unidas [ONU] (2015), la calidad del agua se determina comparando la concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de una muestra de agua con los estándares según la categoría a la que se va utilizar. Si el uso fuera para riego de vegetales y bebida de animales, se establecen mediante el D. S. N° 004-2017, decretados por el Ministerio del Ambiente, que suscribe los estándares de calidad ambiental (ECA) que incluye niveles de concentración de los parámetros presentes en el agua que no constituyen riesgos para los seres vivos que hacen uso del líquido elemento. En tanto, en la quebrada San Mateo se ha determinado la calidad de agua para la categoría III de tres muestras de agua obtenidas de tres diferentes estaciones de muestreo durante el periodo septiembre a noviembre del 2019.

El problema formulado en la investigación se enmarcó dentro de la siguiente interrogante: ¿Cuál es el comportamiento de los parámetros físicos-químicos y microbiológicos para determinar la calidad de agua de categoría III en la quebrada “San Mateo” - distrito de Chota, 2019?

El estudio se justificó, porque el ingreso de agentes contaminantes y el uso inadecuado de las aguas del río San Mateo podrían generar malestar en el ecosistema y en la calidad de vida de la población, puesto que éstas aguas son utilizadas para bebida de animales y regadío de los cultivos que posteriormente son dispuestos en el mercado afectando la salud de los consumidores; es por ello que debido a estas circunstancias y a las escasas investigaciones sobre estas aguas, se justificó que ha sido indispensable llevar a cabo la

presente investigación; y posterior a esto sirva como una base de información para la población y para las instituciones encargadas de velar por la protección y conservación de agua. Para lo cual, se ha usado una metodología de recolección y análisis de muestras en función al protocolo nacional para el monitoreo de calidad de los recursos hídricos superficiales y Estándares de Calidad Ambiental (ECA) registrados bajo: Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA y el Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM, respectivamente.

Evaluar el comportamiento de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos para determinar la calidad de agua de categoría III en la quebrada “San Mateo” fue el objetivo general de ésta investigación fue. Los objetivos específicos planteados fueron: Determinar las concentraciones de los parámetros físico-químicos (Conductividad, pH, temperatura, Oxígeno disuelto y DBO₅) en las aguas de la quebrada “San Mateo”. Determinar las concentraciones de los parámetros Microbiológicos (Coliformes termotolerantes) en las aguas de la quebrada “San Mateo”. Analizar y comparar las concentraciones de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas de la quebrada “San Mateo” según los estándares de calidad ambiental (ECAS) para aguas de categoría III.

La hipótesis alternativa que se planteó fue: los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos no cumplen en su totalidad con la categoría III de los ECAS en las tres estaciones de muestreo.

Para un mejor entendimiento, el trabajo se ha estructurado en 07 capítulos: la introducción que es parte capítulo I ; en el segundo capítulo marco teórico, donde se ha realizado la revisión bibliográfica, se plantearon los antecedentes, las bases teóricas y bases conceptuales que respaldan la investigación; en el capítulo III se presenta la metodología (ubicación, población, muestra, diseño de investigación; así como los procedimientos, materiales y equipos para la recolección de datos y estudio estadístico de los resultados); en cuarto los resultados y discusiones; en el quinto se detalló las conclusiones y

recomendaciones; en el sexto se detalló las referencias bibliográficas consultadas y cerramos con el capítulo VII que son los anexos, basados de acuerdo al esquema base, los mismos que evidencian la recolección de muestras en campo.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. A nivel mundial

Ortiz et al. (2019), en su investigación cuyo objetivo general fue evaluar la calidad del agua para uso agrícola del río Mololoa en México, se consideraron un tramo de 70 km como población, en la que se seleccionó a 16 estaciones de muestreo, obteniendo los siguientes resultados: concentraciones de pH alcalino (7.5 a 8.9 unidades) para todo el periodo de muestreo y la concentración de conductividad eléctrica reportó valores de 139 a 831 ms/cm; ambos alcanzaron concentraciones máximas en la estación 4 y 8 del río. En tal sentido, concluyeron que en las estaciones del 4 al 8 hay abundante vertimiento de agua residual, por lo que en estas estaciones las aguas del río Mololoa son de mala calidad y no son adecuadas para riego.

Por otra parte, Gime (2017), en su investigación, consideró como objetivo evaluar la calidad de las aguas utilizadas para regadío en el Valle Yabú, obteniendo como resultados del estudio que los parámetros microbiológicos evaluados en las muestras de agua no se ajustan a los límites permisibles ajustados a dicha norma, por lo tanto; se concluyó que las aguas del Valle Yabú no son aptas para riego a partir del punto de vista microbiológico, porque el contenido de coliformes totales y termotolerantes superan los límites máximos permisibles.

Mientras que Illanes (2016), en su investigación, después de que realizara la determinación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua del canal Latacunga-Salcedo-Ambato en Ecuador, concluye que las aguas del canal Latacunga salcedo presentan una alto índice de contaminación microbiológica, a diferencia de los parámetros fisicoquímicos no se comprueba que estas aguas presenten contaminación.

En tal sentido Hernández (2015), consideró como objetivo determinar la calidad del agua del arroyo Coyopolan del municipio de Ixhuacán de los Reyes en el estado de Veracruz en México, mediante parámetros físicos, químicos y bacteriológicos en la temporada de estiaje, del cual se sintetiza que la calidad del arroyo Coyopolan, en comparación con sus parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos durante el periodo de abril a junio evidencian un agua de baja calidad, incumpliendo en la norma, puesto que los valores de coliformes totales, termotolerantes, fecales, turbiedad, color y sólidos disueltos suspendidos sobrepasan los estándares de calidad ambiental, mostrando que las altas concentraciones de sus parámetros influyeron en su calidad final.

2.1.2. A nivel nacional

Flores et al.(2019), en su investigación realizaron la evaluación de los parámetros físico, químico y microbiológico en las aguas del río Nanay a orillas de la comunidad de Nina Rumi en el departamento de Iquitos, obteniéndose los siguientes resultados: la temperatura fue elevada por los mismos factores climáticos de la selva, sin embargo, tuvo influencia en el comportamiento del pH, conductividad y DBO₅; la conductividad tiene una variación entre 350 – 400 $\mu\text{S}/\text{cm}$; el pH muestra una variación de 6.6 a 6.7 unidades; el oxígeno disuelto 1.8 a 3.8 ppm y los coliformes totales estuvieron comprendidos entre 1200 a 1560 NMP/ml. Llegando a concluir que los parámetros físico-químicos y microbiológicos del agua varían medida que transcurren las aguas, además los parámetros microbiológicos no cumplen con los ECAs para aguas de categoría III, en tanto el agua es de mala calidad.

Según Frías y Montilla (2016) en su investigación, tuvieron como objetivo la evaluación de cuantificaciones físicas, químicas y microbiológicas en el río Itaya en Loreto, cuya muestra de estudio estuvo representada por 3 estaciones de muestreo, a partir de la cual se obtuvieron como resultado que su medida microbiológica no se encuentran entre los límites establecidos por el ECA a diferencia de los parámetros fisicoquímicos como OD y pH

que son ligeramente diferentes de lo establecido del ECA, en tanto, las autoras concluyeron que los parámetros físico-químicos tienen mayor probabilidad de cumplir con el ECA.

Además, Rojas (2018) en su investigación basada en la estimación de los parámetros físico-químico y microbiológico del río Ragra afluente del río San Juan en Pasco, para determinar la categoría de sus aguas, del cual se concluyó que los parámetros físico-químico y microbiológico del río Ragra no cumplen con los ECAS que concierne a la categoría III.

Tevés (2016), en su investigación consideró como objetivo realizar un estudio fisicoquímico del agua del río Caca para determinar la calidad del recurso que es destinado al riego de cultivos agrícolas y bebida de animales, en Lima, obteniendo como resultados: La temperatura presentó una variación de 2°C de una estación a otra, el pH y OD mayormente se mantuvieron constantes, las concentraciones de CE fueron bajas. De lo que concluye, todos los parámetros cumplen con la categoría de riego de vegetales y bebidas.

Asimismo, Auccahuasi (2015) evaluó la calidad del agua y sedimentos en cinco estaciones de muestreo en el río Madre de Dios en época de estiaje, concluyó que los parámetros fisicoquímicos de campo varían de una estación a otra en el río Madre de Dios, mientras que los parámetros microbiológicos son estables y ambos están dentro de los rangos de los ECAS en todas las estaciones de muestreo.

2.1.3. A nivel local

Díaz et al. (2020), en su investigación cuyo objetivo fue caracterizar y evaluar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas de la quebrada Colpamayo en Chota, se reportó los siguientes resultados: Todos los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos variaron según el tiempo y ubicación. En tal sentido, concluyeron que los parámetros fisicoquímicos OD y DBO₅ en cinco de los seis puntos del monitoreo superaron a los Estándares de Calidad Ambiental para aguas Categoría III y los parámetros

microbiológicos como los coliformes termotolerantes sólo en la estación EM1 cumplen con el ECA, en los demás puntos estos parámetros sobrepasan los valores establecidos.

Castillo y Quispe (2019), en su investigación cuyo objetivo fue evaluar la calidad del río Chonta mediante análisis fisicoquímicos y microbiológicos en el distrito de Baños del Inca Cajamarca, se consideraron como población el número de muestras del río Chonta, en las que se seleccionó como muestra a los puntos de muestreo a partir de las descargas urbanas del distrito de Baños del Inca hasta la descarga de la planta Nestlé, obteniendo como resultados: pH de tipo alcalino, la conductividad, DBO₅ y los coliformes termotolerantes presentan concentraciones muy elevadas, según el Eca de categoría III. En tal sentido, concluyeron que la calidad de ésta fuente de agua presenta un alto nivel de contaminación según la concentración de sus parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.

Asimismo, Rodríguez (2019), en su investigación se propuso como objetivo, evaluar la calidad fisicoquímica y microbiológica de las aguas del río Mashcón en Huambocancha Baja y Bella Unión de la provincia de Cajamarca, durante setiembre y diciembre del 2017 y mayo del 2018; como población se consideró a las aguas de dos puntos de muestreo (R. Mah1 y R. Mah2), la muestra estuvo representada por las muestras de agua recolectadas en los dos puntos. Los resultados en la estación RMash1 durante todo el periodo de muestreo registraron que los parámetros están dentro de lo normado, sin embargo, los parámetros microbiológicos no cumplen con el ECA y en la estación Rmash2 los parámetros microbiológicos y algunos parámetros fisicoquímicos como la DBO₅ y oxígeno disuelto reportaron concentraciones fuera de lo normado. Concluyendo que, la calidad del agua en RMash1 y RMash2 no es aceptables para la categoría riego.

Por otro lado, Pastor y Salazar (2019), en su investigación efectuaron como objetivo, evaluar la calidad del agua del río Jequetepeque en el tramo de San Juan – Chilite en la provincia de Cajamarca en los años 2017 y 2018, reportaron que el pH y los coliformes

termotolerantes no cumplieron con los ECAS para riego en algunos puntos de muestreo (en su mayoría en la zona de Chilete). Concluyendo que, el agua se encuentra moderadamente contaminada y existe una concordancia y relación entre la concentración de sus parámetros.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Comportamiento de parámetros físicos-químicos y microbiológicos

El procedimiento se determina mediante métodos normalizados, a fin de conocer si éstos se comportan según el intervalo que marca la legislación vigente, espacio, tiempo o ubicación, con el fin de asegurar la calidad de un cuerpo de agua (Betancor, 2005).

Dichas concentraciones de los parámetros físicos-químicos y microbiológicos, son contrastadas con ECAs para determinar el comportamiento de los mismos según sea el uso al que se va destinar el agua. Por otro lado, las alteraciones de las características del agua pueden estar influenciadas tanto por efectos naturales como por las actividades humanas, razones por lo que no es de extrañar que el análisis o evaluación del comportamiento de los parámetros del agua se determinen para conocer su calidad (Betancor, 2005).

2.2.2. Calidad del agua

Woldesenbet (2015), sostiene que la calidad del agua es un componente que indica la salud de un cuerpo de agua, es decir determina si las aguas son buenas o malas para un determinado uso. Por su parte Domingo et al. (2004) sostienen que la calidad de agua se define de acuerdo con las concentraciones fisicoquímicas o microbiológicas de una muestra de agua en comparación con los ECAs. Las aguas que cumplan con los estándares preestablecidos serán adecuadas o aptas para el propósito al que están destinadas; de lo contrario, serán aguas no aptas para tal uso. Por su parte, Arias, et al. (2011), sostienen que en las aguas su calidad está

relacionada con el uso del recurso, cuyos criterios, estándares y objetivos de calidad están definidos según el propósito al que ha sido designado, como el consumo, agricultura o industria, recreación, mantenimiento de la calidad ambiental, etc.

Por otro lado, Pauta et al. (2019) sostienen que la calidad de agua es deteriorada por agentes naturales, así como por aguas residuales y generalmente en las épocas de sequía esta situación se agrava más, debido a la reducción del oxígeno disuelto e incremento de la temperatura, conductividad y bacterias coliformes por la acumulación de materia orgánica. Asimismo, Hassane et al. (2020) sostienen que la mala calidad del agua constituye un riesgo para los seres vivos que lo consumen.

En relación a ello, Sierra (2011) afirma que la calidad de agua se determina a partir de la selección del tramo o estación adecuada para el recojo de muestras y el establecimiento de parámetros según la categoría a la que se pretende evaluar, teniendo en cuenta los agentes contaminantes, los aspectos económicos, y las relaciones con el uso de agua. En tanto el Ministerio de Vivienda, Construcción Y saneamiento [MVC] (2015) sostiene que, la calidad del agua se determina comparando las concentraciones de los parámetros con los Ecas, en tanto, Devangee (2017) señala que es necesario que se verifique la calidad del agua, ya que es una característica indispensable para prevenir enfermedades y optimizar la condición de existencia de los habitantes.

2.2.3. Parámetros de calidad de agua para riego y bebida de animales

Son indicadores relativos de calidad de agua, cuyos valores pueden variar considerablemente dependiendo de la estación de muestreo, estos cambios son considerados como una idea del estado de contaminación de la zona afectada, la elección del análisis de ellos depende de la categoría al que se pretende evaluar un cuerpo de agua (Sánchez, 2016).

2.2.3.1. Parámetros físico-químicos

Los parámetros fisicoquímicos son fundamentales para definir la calidad del agua; algunos de ellos como el pH, temperatura y conductividad impresionan a los sentidos y afectan directamente en los aspectos estéticos y aceptabilidad del agua mientras que; otros como la DBO₅, oxígeno disuelto, metales y fosfatos son relevantes para determinar agentes causales de contaminación (Tejero, et al., 2012).

a) Conductividad eléctrica (CE)

Para el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM] (2006) la conductividad es una característica que tienen las sustancias líquidas para la circulación de la corriente eléctrica, éste parámetro es influenciado de manera directa por la temperatura; así como, por la concentración y movilidad de los iones.

La cantidad de sólidos disueltos en forma de sales guardan una relación directa con el aumento de conductividad, que a altas concentraciones afectan la vida acuática y en aguas que se usan para riego afectan el crecimiento de la planta y a la fertilidad del suelo (Marín, 2014).

b) Potencial de hidrógeno (pH)

El Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología [SENAMHI] (2007) indica que es el parámetro que determina el estado ácido o alcalino del agua o de cualquier elemento líquido, el mismo que se determina por el total de iones de hidrógeno contenidos en la materia o elemento a evaluar; cuya importancia se reflejará en los diversos usos de agua o elemento líquido.

En relación a ello Sierra (2011) afirma que el pH está comprendido en los rangos de 0 a 14, donde 7 es neutro, mayor que este valor se consideran aguas más básicas o alcalinas y si están por debajo de 7 se consideran aguas ácidas.

En general el valor del pH en el agua está limitado a escala de 6 y 8, a intervalos mayores o menores que este, las aguas son muy corrosivas, dicho esto el pH se constituye como un parámetro fundamental para la especificación del uso y categorización del agua (Hernández, 2012).

c) Temperatura

Aznar y Barba (2000) señalan que la temperatura del agua es fundamental dentro de la fase de degradación de materia orgánica, de modo que; al incrementar la disolución de las sustancias, aumentan la concentración de sólidos disueltos y disminuye el oxígeno. En relación a ello Barrenechea (2005) afirma que la temperatura influye en el retraso o aceleración del proceso biológico, la absorción de oxígeno, procesos de mezcla, coagulación, precipitación y filtración.

Así mismo, se afirma que la determinación de éste parámetro es substancial para aplicar diversos tratamientos y ensayos de laboratorio a las aguas, ya que influye en el aumento de oxígeno disuelto, actividad biológica y congestión de carbonato de calcio (Cardona, 2011).

Por otro lado, según Edokpayi et al. (2018) afirman que la temperatura es un factor que influye en los niveles de organismos patógenos en las aguas superficiales, las bacterias coliformes crecen más rápido a temperaturas más altas que a temperaturas más bajas.

d) Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅)

Es la medida de oxígeno disuelto necesario para degradar la materia orgánica presentes en los recursos hídricos, a través de un conjunto de microbios heterogéneos, cuya información que se obtiene de las mediciones específicamente se refiere a materia orgánica biodegradable (León, 2009).

Así mismo, Raffo y Ruíz (2014) en su investigación sostienen que la DBO5 se utiliza como medida para determinar la concentración de oxígeno que requieren las bacterias para descomponer la materia orgánica, concluyendo que a mayor cantidad de materia orgánica, los microorganismos necesitarán más oxígeno para degradarla.

e) Oxígeno disuelto (OD)

Según Cantera et al. (2018), es importante la medición de éste parámetro para los recursos hídricos, cuya concentración en el agua indica qué tan contaminado y qué tan bien puede ser el agua para las plantas y animales, generalmente una alta concentración de oxígeno disuelto en el agua indica que ésta es de mejor o de buena calidad. Según Canter (2000) citado por Casilla (2014) señala que es uno de los parámetros determinante para este tipo de estudios, dado a que éste, está relacionado con la contaminación orgánica; el mismo que presenta una correlación inversa con la temperatura, es decir, cada vez que la temperatura se incrementa, el OD tiende a disminuir, en tanto se incrementan la cantidad de sales en el agua.

Pérez y Rodríguez (2008) citan a Chapman (1996) quien o quienes sostienen que la determinación de OD en el agua facilita establecer correlaciones y comparaciones con la temperatura, concentración de sales, entre otros. Así mismo, este parámetro es fundamental para demostrar el sostenimiento de lagos y ríos con buena calidad; es decir, su aparición en las aguas indican que éstas son de buena calidad, mientras que su desaparición demuestra a los cuerpos hídricos como elementos de mala calidad (Mitchell, et al., 1991).

Por otro lado, Woldesenbet (2015), sostiene que la concentración de OD regula la distribución de flora y fauna en el cuerpo de agua, y cuando ésta se encuentra dentro del rango de 5-14.6 mg/L las aguas son saludables y menos 5 o mayor que 14.6 mg/L indica el deterioro del elemento líquido.

2.2.3.2. Parámetros microbiológicos

Marchand (2002) sostiene que éstos parámetros, son características microbiológicas del agua, capaces de provocar enfermedades al ecosistema y a la población que demanda del recurso hídrico; generalmente están constituidos por el grupo de bacterias, virus y hongos que resultan representar un peligro para la salud, ya que son agentes que tienden a desencadenar múltiples enfermedades. Por otro lado, Prasai (2013), sostiene que la calidad microbiológica del agua es de seria preocupación para la salud pública, ya que al estar presentes en el agua de riego pueden causar enfermedades a la población que consume los vegetales que han sido regadas con estas.

f) Coliformes termotolerantes

Pullés (2014) establece que los coliformes termotolerantes pertenecen al conjunto de bacterias coliformes totales como la *Escherichia*, *Klebsiella*, *Enterobacter* y *Citrobacter* que generalmente se encuentran en las heces de los seres humanos y los animales. Cuya concentración, indica que el recurso hídrico está contaminado con excremento humano y residuos de cloacas, lo cual tiene fuerte impacto en la salud de los seres vivos (diarrea, gastroenteritis, artritis, binguinites, etc.) que hacen uso de ella.

2.2.4. Enfermedades por la contaminación del agua

Según Bofill et al. (2005), son múltiples las enfermedades que causan la contaminación de agua, dentro de las enfermedades más infecciosas están: meningitis, miocarditis, enfermedades respiratorias, parálisis, diarreas, vómitos, hepatitis, infecciones oculares, entre otros; son causadas por bacterias u organismos microbiológicos tal como se menciona en la tabla 1, los cuales provienen en mayor concentración de heces de personas que poseen estas enfermedades y en heces de individuos sanos la concentración es mínima. Por lo general, estos microorganismos provenientes de los seres humanos están presentes en contaminantes ambientales

como las aguas residuales urbanas, por ende, si una fuente de agua superficial es contaminada por este tipo de contaminantes, entonces representa un alto riesgo sanitario para la población que la consume directa o indirectamente.

Tabla 1

Enfermedades infecciosas más comunes ocasionadas por las bacterias.

Microorganismo	Enfermedad
E. coli enterotoxigénica	Diarrea del viajero.
E. coli enteropatógena	Episodio diarreico y destrucción de las microvellosidades.
E. coli enteroinvasiva	Diarrea disenteriforme y muerte celular.
E. coli enterohemorrágica	Síndrome urémico hemolítico e insuficiencia renal aguda.
E. coli enteroagregativa	Septicemia, meningitis neonatal y gastroenteritis.
Klebsiella spp.	Artritis reactiva.
Enterobacter spp.	Gastroenteritis aguda, infecciones hospitalarias e infecciones de las vías urinarias por heridas.
Citrobacter spp.	Abscesos, meningitis y bacteriemia.

Fuente: Con datos de (Pullés, 2014, p. 28)

2.2.5. Normativa Legal de la calidad y uso de agua

2.2.5.1. Decreto Supremo N° 004-2017-MINAM que aprueba los estándares de calidad ambiental (ECA) para agua.

En el artículo 11° se establece que los ECA son el rango de concentración de los parámetros físico-químicos o microbiológicos presentes en el agua que no constituye un problema significativo para los seres vivos que lo consumen.

Dependiendo del uso para el que está destinado el agua, estos estándares se dividen en categorías, de las cuales, la categoría III (riego de vegetales y bebida animal) es referente para el presente trabajo, se anuncia en la Tabla 2 lo siguiente:

Tabla 2

Parámetros físicos-químicos y microbiológicos de la Categoría III de los Estándares de Calidad Ambiental para Aguas.

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales	D2: Bebida de animales
Físicos-químicos			
Conductividad	(μ S/cm)	2500	5000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO5)	mg/L	15	15
Oxígeno disuelto	mg/L	≥ 4	≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 - 8,5	6,5 - 8,4
Temperatura	$^{\circ}$ C	$\Delta 3$	$\Delta 3$
Microbiológicos			
Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	1000 a 2000	1000

Fuente: Decreto Supremo N° 004, 2017.

2.2.5.2. Resolución Jefatural N° 056-2018-ANA

En el artículo 1°, se establece la clasificación de aguas loticas superficiales en categoría 1 A 2, categoría 3 y categoría 4, según la inter cuenca a la que pertenecen, además en el artículo 4°, se establece que las fuentes de agua que no hayan sido categorizadas por la Autoridad Nacional del Agua de acuerdo a ECA establecidos en el D.S. N° 004 2017 del Ministerio del Ambiente, la categoría que se le otorga es en función del recurso hídrico al que se desemboca, teniendo en cuenta el volumen de agua.

2.2.5.3.Ley 28611: Ley general del ambiente

En el artículo 1°, se dispone que las personas tienen la facultad a gozar de un ambiente sano, ecuánime y apropiado para la vida, así como tienen el deber de cumplir con la preservación, conservación, optimización, identificación y control de la calidad de agua. Además, en los artículos comprendidos entre 3° al 9°, se establece que cualquier persona causante de la contaminación del agua, está obligado a tomar medidas de solución para su restitución según sea el perjuicio causado al líquido elemento, además de que estará propenso a sanciones civiles y penales.

2.2.5.4. Ley N 29338: Ley de los recursos hídricos

Según el artículo 2°, su finalidad es moderar el adecuado y eficiente uso de los recursos hídricos en nuestro país, de tal modo que, la población logre el uso equitativo del agua; para la cual según el artículo 3° ésta ley se basa en principios enfocados en la gestión y con intervención impulsora de la población constituida para lograr una cultura del agua. Además, en el artículo 8° se señala que la nación es propietaria de cualquier fuente de agua, cuyo dominio sobre ella es propio y duradero.

2.3. Marco conceptual

A continuación, se definen los términos más principales que se han usado en este trabajo de investigación no especificados anteriormente:

2.3.1. Comportamiento

El comportamiento en la evaluación de calidad de agua, viene hacer la forma en que las concentraciones de los parámetros del agua varían según el espacio, tiempo y normativa legal (Guzmán et al., 2012).

2.3.2. Contaminante

Es todo cuerpo ofensivo, que al entrar en contacto con el ambiente ponen en peligro y alteran la calidad de sus componentes (MINAM, 2012).

2.3.3. Estación de muestreo

Es el espacio o lugar, en el que se recogen las muestras de agua para su respectivo análisis (MINAM, 2009).

2.3.4. Muestra de agua

Es un porción de agua, muy específica para el análisis de parámetros de interés personal (Autoridad Nacional del agua [ANA], 2016).

2.3.5. Parámetro

Es un ratio muy importante para determinar a través de una evaluación y valoración la situación de un cuerpo hídrico (Pérez y Gardey, 2012).

2.3.6. Quebrada

Es una fuente de corriente de agua de volumen bajo, que puede secarse en épocas de verano (MINAM, 2015).

CAPÍTULO III

MARCO METODOLÓGICO

3.1. Ubicación

3.1.1. Ubicación Política

Como se muestra en la figura 1, la investigación se realizó en el departamento de Cajamarca, provincia de Chota y distrito de Chota.

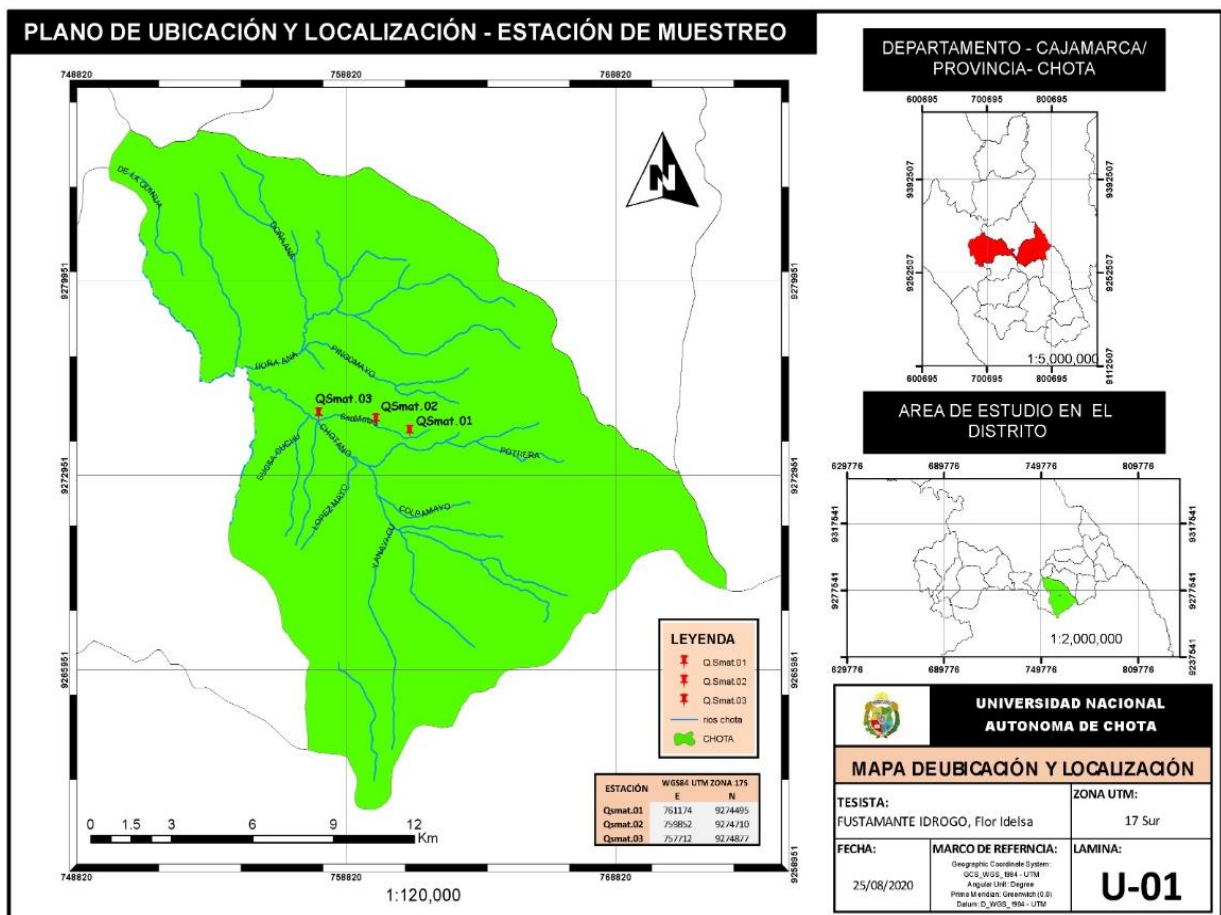


Figura 1. Ubicación Política de la Quebrada San Mateo.

3.1.2. Ubicación geográfica

El distrito de Chota geográficamente se ubica a unos 2 388 m. s. n. m., cuyas coordenadas geográficas de las estaciones de muestreo se muestra en la tabla 3.

Tabla 3

Georreferenciación de las estaciones de muestreo

Estación	Ubicación	Coordenadas	
		ESTE	NORTE
E1: QSmat.01	Sector Santa Clara	761174.00	9274495.00
E2: QSmat.02	Sector Santa Mónica	759852.00	9274710.00
E3: QSmat.03	Antes de la confluencia con el río Chotano	757712.00	9274877.00



Figura 2. Croquis de las estaciones de muestreo a lo largo de la quebrada San Mateo. Fuente: (Google Earth, 2019)

3.2. Descripción de la zona de estudio

3.2.1. Topografía

Según Pérez (2006), la topografía del distrito de Chota es un poco montañoso, teniendo en cuenta el nivel altitudinal con respecto al mar, su área geográfica pertenece a la yunga fluvial, sin embargo, por las tipologías que exterioriza sus factores climáticos, su clima, su fauna y su flora, está comprendida en la región quechua, cuyas zonas más altas poseen características de la región Suni. Los cerros

más altos que comprende el distrito son: el Clarinorco, Huayrac, Condorcaga, Shotorco y el Gavilán. A ambos lados del río Chotano se encuentra el valle Doñana y como planicies están Pampa Grande y Chuyabamba.

3.2.2. Hidrología

Chota como distrito está irrigado por la cauce del río Chotano, cuyos afluentes de este río son por el costado derecho: el río Colpamayo, Doñana y quebrada San Mateo, y por el margen izquierdo: el río Lope Mayo y Sucsacucho. En meses de verano las aguas de estos afluentes son canalizadas para aprovecharlas en riego. En lo que respecta a lagunas destacan: laguna Amarilla, laguna de los Echeniques y las lagunas de Huantay (Livaque, 2014).

3.2.3. Clima

El territorio Chotano, en su mayoría es de clima templado; siendo más caluroso en las zonas bajas que corresponde al Tuctuhuasi y valle Doñana, la estación QSm.03 que se ubica antes de la confluencia con el río Chotano está comprendida dentro de estas zonas; sin embargo, en las partes más altas el clima es templado frío. Dicho esto, las estaciones QSm.01 y QSm.02 están comprendidas dentro de un clima templado meso térmico. La temperatura en este distrito generalmente varía a lo largo del año de 7 °C a 22 °C (Livaque, 2014).

3.3. Población y muestra

Población

Como población para este estudio se consideró 4km de longitud de la quebrada “San Mateo” desde el sector Santa Clara hasta la confluencia con el río Chotano.

Muestra

La muestra está determinada por las muestras de agua recolectadas durante 3 meses en las 3 estaciones de muestreo seleccionadas de la quebrada “San Mateo”, las

cuales fueron recolectadas siguiendo el protocolo de aguas según Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA, las mismas que se enviaron para su análisis a un laboratorio de ensayo acreditado por el Organismo Peruano de Acreditación INACAL-DA con registro N° LE-084 (Laboratorio Regional del Agua Cajamarca) a fin de precisar la concentración de los parámetros fijados.

3.4. Equipos, materiales e insumos

a) Equipos

- Multiparámetro
- Sistema de Posicionamiento Global (GPS)
- Cámara Fotográfica

b) Materiales

Materiales de oficina

- Laptop
- Papel bond 80gr. A4 (1 millar)
- Impresora
- Lapiceros
- Lápices
- Tajador
- Borrador

Materiales de campo

- Tablero
- Fichas de registro
- Frascos de plástico y vidrio
- Guantes
- Botas de jebe

- Cooler

3.5. Metodología de la investigación

3.5.1. Tipo de investigación

El presente trabajo es una investigación de tipo descriptiva comparativa (no experimental), puesto que los resultados se han obtenido a partir de la determinación de las concentraciones de los parámetros físico-químicos y microbiológicos de las muestras de agua en un laboratorio acreditado, los mismos que me han permitido elaborar una comparación con los ECAs para aguas de categoría III. Este tipo de investigación permite sistematizar los resultados basado en conteos y concentraciones, además; que proporciona la aproximación entre estudios afines (Baptista, et al., 2014).

3.5.2. Diseño de la investigación

El estudio en la quebrada “San Mateo” se ha realizado teniendo en cuenta el siguiente diseño de investigación: M – O – R.

Donde:

M: Muestra

O: Observación

R: Resultado

Puesto que el estudio ha tenido su inicio con el recojo de muestras de agua por cada estación establecida durante tres meses consecutivos, las mismas que fueron transportadas a un laboratorio para su análisis, de donde se obtuvieron los resultados de la investigación.

3.5.3. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

a) Técnicas de recolección de datos

- **Observación:** Es la técnica que consistió en observar o identificar claramente las estaciones de muestreo con el apoyo de GPS y cámaras

fotográficas para la toma de muestras de agua en campo y su posterior análisis en el laboratorio.

b) Instrumentos de recolección de datos

- **Ficha de registro:** Es un formato en donde se evidenció y se registró la hora y las concentraciones de los parámetros que se van a medir o determinar en campo (in situ). Ver figura 25
- **Cadena de custodia:** Es un formato en donde se evidenció, verificó, y se registró la posición de la muestra desde la hora en que fue tomada hasta la hora que llega al laboratorio en caso “ex situ”. La estructura de la misma fue propia del laboratorio. Ver figura 28

3.5.4. Procedimiento de recolección de muestras

Para la recolección de muestras de agua se siguió el siguiente procedimiento:

a) Selección de puntos de muestreo

Como se indica en la tabla 4, a lo largo de la quebrada San Mateo se seleccionó tres estaciones de muestreo: QSmat.01 ubicada en el Sector Santa Clara, QSmat.02 en el sector Pingobamba y QSmat.03 antes de la confluencia con el río Chotano, en las que se tomaron 3 muestras de agua por cada estación durante el periodo septiembre a noviembre del 2019.

Tabla 4*Estaciones de muestreo*

Estaciones de muestreo	Ubicación	Repeticiones por estaciones de muestreo	Fecha de muestreo
			30/09/2019
E1: QSmad.01	Sector Santa Clara	3	30/10/2019
			29/11/2019
			30/09/2019
E2: QSmad.02	Sector San Mónica	3	30/10/2019
			29/11/2019
			30/09/2019
E3: QSmad.03	Antes de la confluencia con el río Chotano	3	30/10/2019
			29/11/2019

b) Medición del caudal

La determinación del caudal se realizó a través de método del flotador, para el cual se siguió el siguiente procedimiento:

- Selección del lugar adecuado: teniendo en cuenta la estación de muestreo se seleccionó en la quebrada un tramo, homogéneo, uniforme libre de piedras, en el que el agua fluya sin turbulencias ni impedimentos como piedras grandes.
- Medición de la velocidad: el tramo seleccionado estuvo comprendido de un punto de inicio(A) y de un punto de llegada (B) a partir de los cuales haciendo uso de un flotador y de un cronómetro se calculó el tiempo que el flotador tardó en recorrer el tramo desde el punto “A” hacia el punto “B”.

Posteriormente se procedió a calcular el largo de dicho tramo para determinar

la velocidad mediante la aplicación de la siguiente fórmula:

Velocidad=Distancia (A-B) *Tiempo de recorrido del flotador.

- Medición del área de la sección transversal del río: Aquí se dividió el ancho del río en partes iguales para medir la profundidad en cada punto para luego calcular la profundidad promedio.
- El cálculo del caudal se realizó a través de la siguiente fórmula: Caudal =Velocidad (m/s) *ancho (m)*profundidad (m)

c) Medición de los parámetros de campo

Tal como se especifica en la tabla 5 de esta investigación, los parámetros: conductividad, pH oxígeno disuelto y temperatura se determinaron en campo, según los lineamientos establecidos en el protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales (Resolución Jefatural N° 010-2016-ANA), para ello se utilizó el equipo multiparámetro HANNA el cual fue introducido directamente en el cuerpo de agua, cuyas mediciones se realizó de manera inmediata y se registraron en el formato de registro de datos en campo.

Ver figura 13

Tabla 5

Parámetros determinados en campo

Parámetro	Equipo	Metodología
Conductividad	Multiparámetro	Protocolo nacional para el
pH	Multiparámetro	monitoreo de la calidad de los
Oxígeno Disuelto	Multiparámetro	recursos hídricos Superficiales
Temperatura	Multiparámetro	(Resolución Jefatural N 010-2016-ANA)

d) Toma de muestras para laboratorio

Por cada fecha de muestreo se tomó una muestra de agua en cada estación de muestreo, para la cual se usó un recipiente de plástico para la DBO₅ y para los

coliformes termotolerantes se usó un recipiente de vidrio, cuyo procedimiento fue el siguiente:

- Ubicación en el punto medio de la corriente principal.
- Se cogió y se retiró la tapa y contratapa del recipiente de plástico sin tocar la superficie interna de éste.
- Se enjuago el recipiente de plástico dos veces.
- Se sumergió el recipiente en dirección opuesta al flujo de agua. Ver figura 9
- Se siguió el mismo procedimiento con el recipiente de vidrio, a excepción del paso 3. Ver figura 12
- Se rotularon las muestras. Ver figura 18
- Llenado de la cadena de custodia. Ver figura 19

Cabe mencionar que, para estas muestras de agua no fue necesario utilizar ningún tipo de preservante según el anexo VII del protocolo nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales.

e) Transporte de las muestras

Las muestras fueron acondicionadas en un cooler bajo un adecuado sistema de enfriamiento de refrigeración (ice pack).

f) Análisis en el laboratorio

Tal como se muestra en la tabla 6, el análisis de las muestras se realizó a través de métodos de ensayo acreditados (SMEWWW. APHA-AWWWA-WEF) en un laboratorio acreditado por la dirección de acreditación del instituto nacional de calidad ambiental (INACAL) con registro N° LE-084.

Tabla 6*Parámetros determinados en laboratorio*

Parámetro	Tipo de envase	Método de ensayo usado por el laboratorio
DBO₅	Envase de plástico	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 22nd Ed. 2012: Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test.
Coliformes termotolerantes	Envase de vidrio	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A, B, C, E 23rd Ed. 2017: Multiple- Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.

g) Comparación con los ECAs

Con los resultados de la concentración de los parámetros de campo y los que fueron analizados en laboratorio, se comparó con los ECAs para aguas de Categoría III, a fin de determinar si son de buena o mala calidad para este uso.

3.6. Análisis estadístico

Los resultados finales de la investigación se obtuvieron después de determinar las concentraciones de los parámetros de las muestras de agua en campo y las que fueron sometidas a laboratorio, las cuales fueron procesadas haciendo uso de ilustraciones, gráficos, cuadros generados por el microsoft excel y tablas estadísticas descriptivas (promedio, varianza, desviación estándar, coeficiente de variación y valor de significancia del grupo de parámetros).

Los datos de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos obtenidos, fueron comparados con los ECAs (DS. N° 004-2017-MINAM)

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para dar mayor fiabilidad a los argumentos de los resultados que se alcanzaron en la investigación, a continuación se detallan las importantes particularidades de las estaciones de muestreo : la estación QSmat.01 está comprendida dentro de una población dispersa con menor disposición de aguas residuales hacia la quebrada, cuyas aguas de la quebrada son aprovechadas para bebida de animales; la estación QSmat.02 se caracteriza por la recepción de aguas residuales que involucran aproximadamente a la mitad de población de la ciudad de chota, lavaderos de automóviles y criaderos de animales, en esta zona las aguas de la quebrada San Mateo se vienen utilizando para bebida de animales y en mayor cantidad para riego de vegetales y la estación QSmat.03 que se ubica metros antes con la confluencia al río Chotano está comprendida dentro de una zona agrícola y ganadera.

4.1. Evaluación del caudal

La tabla 7, muestra los volúmenes de caudal obtenidos en las tres estaciones de muestreo (QSmat.01, QSmat.02 y QSmat.03); estos valores nos indican que, durante el periodo de muestreo, la estación QSmat.03 registró valores más altos respecto de las estaciones QSmat.01 y QSmat.02, además el mes de setiembre reporto valores más bajos respecto del mes de octubre y noviembre.

Tabla 7

Caudal de la quebrada San Mateo durante los 3 meses de muestreo por cada estación.

CAUDAL (L/s)			
FECHA DE MUESTREO	ESTACIONES DE MUESTREO		
	QSmat.01	QSmat.02	QSmat.03
30/09/2019	2.6	57.6	125.52
30/10/2019	2.4	155.6	191.35
29/11/2019	3.8	121.7	155.78

La disminución de caudal en el mes setiembre se debió al uso constante de estas aguas en regadío de cultivos, además de la construcción del puente en la vía de evitamiento hizo que parte del flujo de agua se desviara fuera de su cauce común. Otro aspecto importante que se destaca es que a medida que avanzan las aguas ingresan grandes cantidades de agua de lavadero de automóviles, lo que hace que sus últimos recorridos fluyan o se desemboquen en mayor cantidad.

4.2. Evaluación de parámetros físico-químicos

4.2.1. Concentración de conductividad

Tabla 8

Valores de conductividad en las 03 estaciones de la quebrada San Mateo

ESTACIONES DE MUESTREO	FECHA DE MUESTREO			Máx.	Mín.	Prom.
	30/09/2019	30/10/2019	29/11/2019			
QSmát. 01	330.1	535.76	510.9	535.76	330.1	458.92
QSmát.02	777.1	720.6	772.1	777.1	720.6	756.6
QSmát03	976.1	851.7	872.65	976.1	851.7	900.15

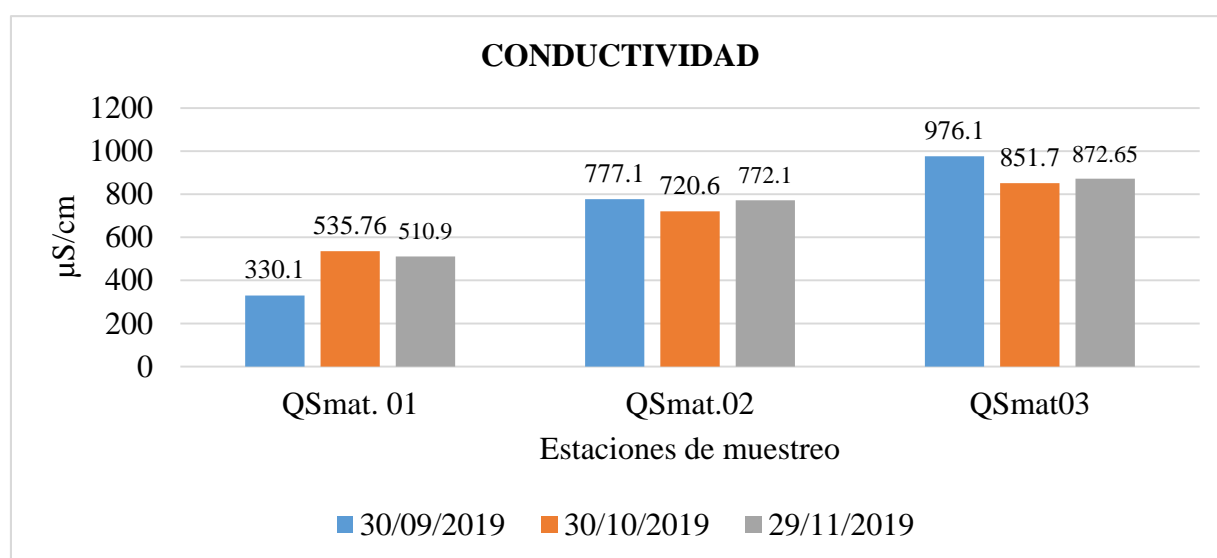


Figura 3. Comportamiento de la conductividad a lo largo de la quebrada San Mateo durante el monitoreo.

La figura 3, demuestra que los valores de conductividad varían en cada estación de muestreo, los 330.1 $\mu\text{S}/\text{cm}$, 535.76 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 510.9 $\mu\text{S}/\text{cm}$, evidenciaron que la estación Qsmat.01 registró valores más bajos, mientras que en la estación QSmat.02 se obtuvieron concentraciones entre 772.1 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 777.1 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y la estación QSmat.03 resaltó entre 976.1 $\mu\text{S}/\text{cm}$, 851.7 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 872.65 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Los resultados permitieron afirmar que éste parámetro tiene un comportamiento ascendente, la conductividad eléctrica aumenta a medida que avanzan las aguas hacia las estaciones QSmat.02 y QSmat.03, debido a que en estas zonas la concentración de pH es menor y hay mayores descargas de aguas residuales, lo que origina el acopio de materia orgánica, tal como lo resalta Marín (2006) citado por Bolaños, et al. (2015), cuando manifiesta que la conductividad eléctrica aumenta de una estación a otra, por lo que durante su recorrido se van integrando en su cauce cada vez más cantidad de sales disueltas, debido a la descomposición orgánica y disminución del pH; mencionado también por, Díaz et al. (2020) que la conductividad eléctrica aumenta, debido a los focos contaminantes que puedan existir durante el trayecto del recurso hídrico y generalmente la concentración de este parámetro suele ser más alta en las estaciones bajas de un cuerpo de agua, ya que en estas estaciones los contaminantes suelen estabilizarse.

Po otro lado, los resultados determinan que existe una relación de la conductividad eléctrica con la temperatura y caudal del recurso hídrico, similar a los valores reportados por Teves (2016), en el mes de mayo la conductividad promedio fue 3337.83 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y en julio fue 408.17 $\mu\text{S}/\text{cm}$, considerada alta porque es el mes donde disminuyó el caudal y la temperatura fue alta, mientras que, en el mes de mayo, el caudal fue mayor, por lo tanto la velocidad de la corriente de agua suspende los contaminantes. En nuestro caso en el mes de octubre la temperatura fue menor y el caudal fue mayor, por lo tanto las concentraciones de conductividad fueron menores a las que se registraron en el mes de setiembre y noviembre, para las estaciones QSmat.02 y QSmat.03; sin embargo, en la estación QSmat.01

en el mes de octubre el caudal fue menor y la temperatura alta, entonces la concentración de conductividad fue más alta en este mes; argumentos que son contrastados también con lo que Zela (2000) refiere que por cada aumento de 1°C de temperatura la conductividad aumenta en un 2% a 3%.

4.2.2. Concentración de pH

Tabla 9

Valores de pH en las 03 estaciones de la quebrada San Mateo

ESTACIONES DE MUESTREO	FECHAS DE MUESTREO			Máx.	Mín.	Prom.
	30/09/2019	30/10/2019	29/11/2019			
QSmát. 01	8.08	8.11	8.21	8.21	8.08	8.13
QSmát.02	7.87	7.85	7.98	7.98	7.85	7.90
QSmát03	7.79	7.77	7.87	7.87	7.77	7.81

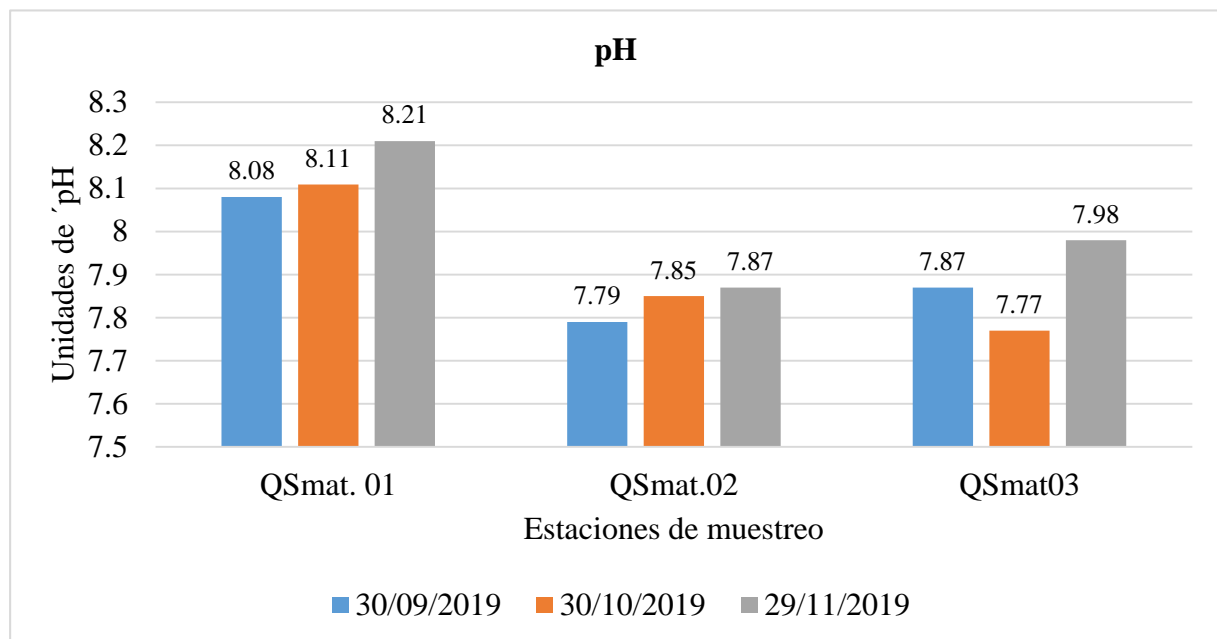


Figura 4. Comportamiento de la concentración de pH a lo largo de la quebrada San Mateo

La figura 4, demuestra que el comportamiento de este parámetro está relacionado con la ubicación de la estación de muestreo, debido a que las descargas de efluentes industriales y domésticos modifican los valores de pH (Dirección General de Salud Ambiental [DIGESA], 2011). Los 8.08, 8.11 y 8.21 unidades de pH evidenciaron que la

estación QSmad.01 se inclina a un pH más alcalino, mientras que en las estaciones QSmad.02 y QSmad.03 se obtuvieron concentraciones entre 7.77 a 7.98 unidades. Estos resultados posiblemente se deán a los agentes contaminantes de las aguas residuales que ingresan a la quebrada, tal como lo resalta Jiménez (2001), cuando afirma que, las aguas naturales receptoras de agua residual tienden a tener un pH ligeramente básico equivalente a 7.2 unidades, a causa de que estos contaminantes contienen bicarbonatos y metales; señalado también por Teves (2016) que la alta degradación de materia orgánica de las aguas residuales produce ácidos húmicos que acidifican el agua. Dicho esto, en la quebrada San Mateo las actividades antropogénicas influyeron en la concentración del pH. Por otro lado, los resultados determinan que existe una relación de las unidades de pH con la temperatura y conductividad, ya que un incremento de ambos reduce la concentración de pH en el agua. (Rubio, et al., 2014). En tal sentido esto vendría a ser otra de las causas por lo que el pH alcanzó concentraciones menores en la estación QSmad.03.

4.2.3. Concentración de oxígeno disuelto

Tabla 10

Valores de Oxígeno Disuelto en las 03 estaciones de la quebrada San Mateo

ESTACIONE DE MUESTREO	FECHAS DE MUESTREO			Máx.	Mín.	Prom.
	30/09/2019	30/10/2019	29/11/2019			
QSmad. 01	6.58	5.25	5.58	6.58	5.25	5.80
QSmad.02	1.68	2.51	2.81	2.81	1.68	2.33
QSmad03	3.20	3.50	3.60	3.60	3.50	3.43

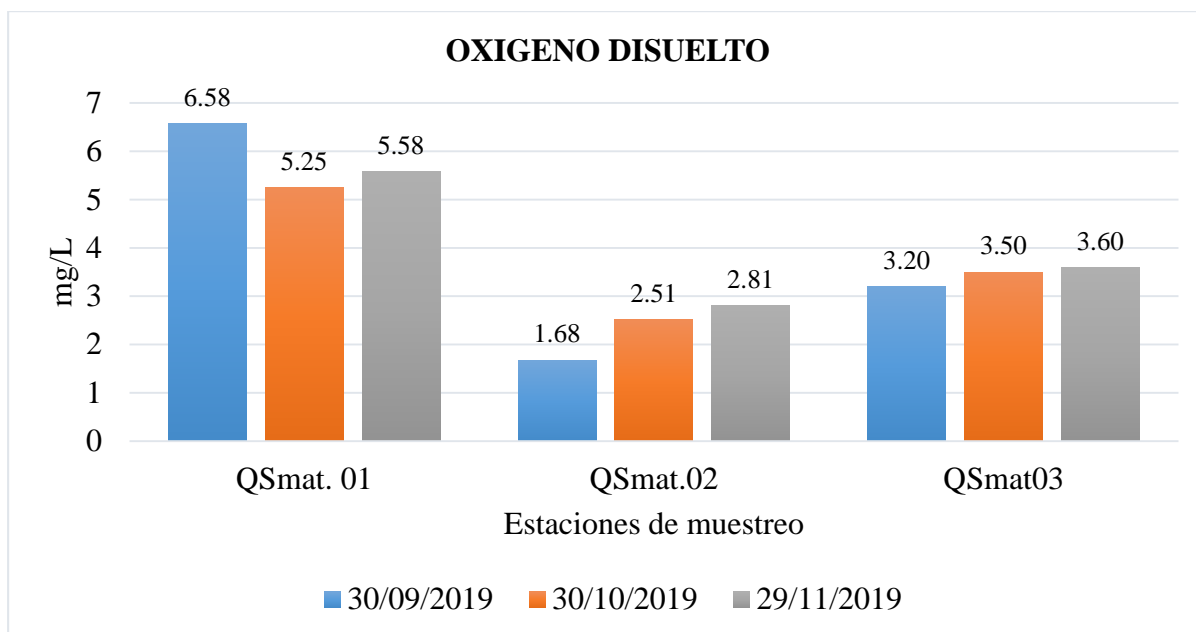


Figura 5. Comportamiento de la concentración del oxígeno disuelto a lo largo de la quebrada San Mateo

La información presentada en la figura 5, demuestra que el oxígeno disuelto varía de una estación a otra durante los 3 muestreos, en la estación QSmateo.01 se obtuvieron concentraciones entre 5.25 mg/L a 6.58 mg/L, en la estación QSmateo.02 se obtuvieron concentraciones de 1.68 mg/L a 2.81 mg/L, y en la estación QSmateo.03 estas concentraciones fueron de 3.2 mg/L a 3.60 mg/L. A partir de los resultados se observó que la estación QSmateo.01 registró valores más altos, sin embargo, en la estación QSmateo.02 los valores fueron más bajos, similar a los datos reportados por Frías y Montilla (2016), donde las concentraciones más altas de oxígeno disuelto fueron aguas arriba con 2.32 mg/L y el valor más bajo registrado fue en el centro del río con 1.8 mg/L. En tal sentido, los resultados obtenidos evidenciaron que en la estación QSmateo.02 los valores son bajos, debido a que a los alrededores de esta estación en la quebrada San Mateo, hay mayor cantidad de agentes contaminantes, como las aguas residuales que se generan de la población que está asentada a las riveras, desagües de la ciudad de Chota y la abundante vegetación; por lo tanto, se produce un acopio de materia orgánica, tal como lo menciona Rabalais et al. (2007) citado por Ampuero (2018) cuando manifiesta que, a medida de que se va acumulando materia

orgánica en el agua, provoca que se potencializarían el proceso de descomposición microbiana por lo tanto los microorganismos van a consumir mayor oxígeno.

Otro aspecto resaltante según los valores obtenidos se afirma que la concentración de oxígeno disuelto está relacionada con la temperatura, mientras más alta fue la temperatura, la cantidad de oxígeno en el agua era menor. Dado que en el mes de septiembre se registraron temperaturas mayores que en el mes de octubre y noviembre, entonces es lógico suponer que el primer muestreo presente menor cantidad de oxígeno disuelto en la estación QSmat.02 y QSmat.03; argumentos que se contrastan con lo que indica Rojaz (2010) la disminución de oxígeno se ve afectada inversamente por la temperatura, puesto que a mayor temperatura se aceleran los procesos biológicos que consumen OD. Así mismo, Mena et al. (2015) señala que cuando la temperatura es baja, hay altas precipitaciones con fuertes corrientes que mueven a los contaminantes en un cuerpo de agua, por tanto, el OD tiende a incrementarse.

4.2.4. Concentración de temperatura

Tabla 11

Concentración de la temperatura obtenida durante el monitoreo

ESTACIÓN DE MUESTRO	FECHA DE MUESTRO			Máx.	Mín.	Prom.
	30/09/2019	30/10/2019	29/11/2019			
QSmat. 01	15.45	16.47	15.52	16.47	15.45	15.81
QSmat.02	16.96	16.75	16.95	16.96	16.75	16.89
QSmat03	17.88	16.99	17.32	17.88	16.99	17.40

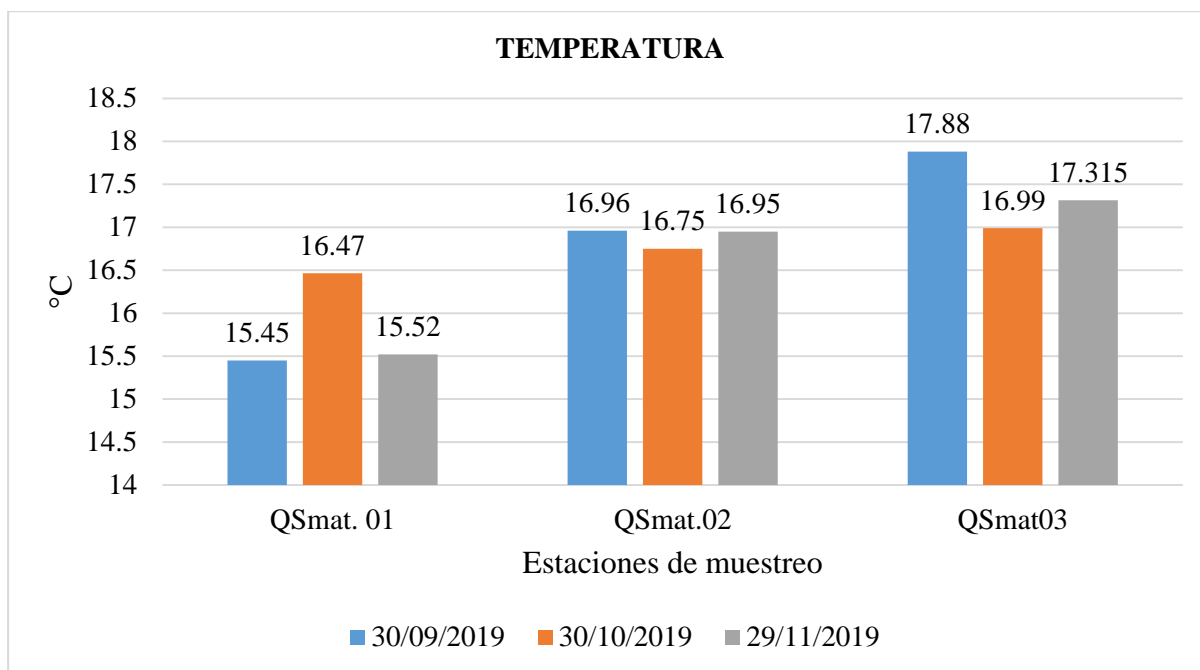


Figura 6. Comportamiento de las concentraciones de temperatura a lo largo de la quebrada San Mateo.

Según la figura 6, los 15.45 °C, 16.47°C y 15.52°C, evidenciaron que la estación QSmata.01 presentó temperatura más baja, mientras que en la estación QSmata.02 se registraron 16.96 °C, 16.75 °C y 16.95 °C y en la estación QSmata.03 resaltó a 17.88 °C, 16.99 °C y 17.32 °C. Estos resultados demostraron que las temperaturas más bajas corresponden al mes de octubre y las más altas en el mes de septiembre, además ésta tiende a incrementarse en las zonas bajas, debido a diversos factores, como la hora de muestreo, altitud y condiciones climáticas, tal como lo indica Roldan (2003), cuando afirma que la temperatura en el agua se ve afectado por la radiación solar variando ampliamente por el cambio de estaciones, así mismo señala que la temperatura en sitios altos suele ser baja y cálida a nivel del mar o puntos más bajos, mencionado también por Luengo (2016), quien refiere que, el descenso y aumento de temperatura están muy relacionadas con la época del año, de tal manera que en épocas de sequía los caudales de las corrientes de agua tienden a reducirse provocando que están se calienten más. En tal sentido, cabe recalcar, que la duración de toma de muestras osciló entre 08:20 am a 10:35 am, las muestras se recogieron

desde el punto más alto hacia el más bajo; además en este trabajo claramente se corroboran los argumentos de los autores, a medida que el caudal y la altura aumenta la temperatura baja.

4.2.5. Concentración de DBO₅

Tabla 12

Concentración de la DBO₅ obtenida durante el monitoreo

ESTACION DE MUESTREO	FECHAS DE MUESTREO			Máx.	Min.	Prom.
	30/09/2019	30/10/2019	29/11/2019			
QSm _{at} . 01	< 2.6	< 2.6	< 2.6	< 2.6	< 2.6	< 2.6
QSm _{at} .02	151.8	96.5	53.1	151.8	53.1	100.47
QSm _{at} 03	53.5	44.8	39.7	53.5	39.7	46

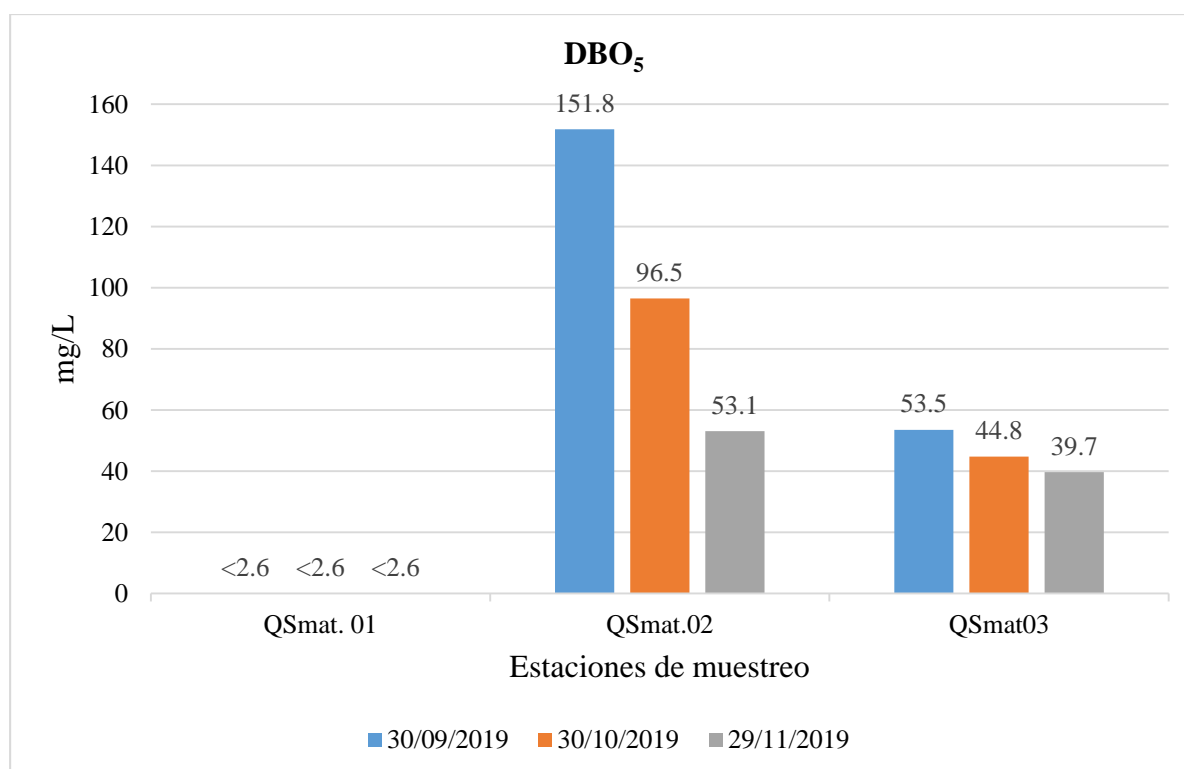


Figura 7. Comportamiento de las concentraciones de la DBO₅ a lo largo de la quebrada San Mateo

De acuerdo al gráfico de la figura 7, se evidencia que los valores más altos que alcanzó la DBO₅ fueron en la estación QSm_{at}.02 y QSm_{at}.03 y los mínimos fueron en la estación QSm_{at}.01; estos valores se debe a que en las zonas bajas la descomposición de materia orgánica fue mayor, tal como lo resalta Mejía et al. (2006) citado por Díaz et al.

(2020), cuando afirma que la alta concentración de DBO5 revela alta concentración de materia orgánica de aguas residuales, así que para cuerpos de agua con este tipo de contaminantes se obtienen valores mayores de 8 mg/L; igualmente la Secretaria del Medio Ambiente y Recursos Naturales [SEMARNAT] (2014) indica que éste parámetro esta relacionado con la cantidad de materia orgánica, el cual al incrementarse origina la reducción del contenido de oxígeno disuelto del agua. En contraste, según la concentración de este parámetro en la estación QSmat.01 los valores de DBO5 son bajos con respecto a los valores de las estaciones QSmat.02 y QSmat.03, porque hay mayor concentración de OD y escasa disposición de aguas residuales.

4.3. Evaluación de parámetro Microbiológicos

4.3.1. Concentración de coliformes termotolerantes

Tabla 13

Concentración de coliformes termotolerantes obtenidos durante el monitoreo

ESTACIÓN DE MUESTREO	FECHAS DE MUESTREO			Máx.	Mín.	Prom.
	30/09/2019	30/10/2019	29/11/2019			
QSmat. 01	17 000	4 100	5 400	17 000	4 100	8 833.3
QSmat.02	2 800 000	3 500 000	5 400 000	5 400 000	2 800 000	3 900 000
QSmat03	16 000 000	540 000	35 000 000	35 000 000	540 000	17 180 000

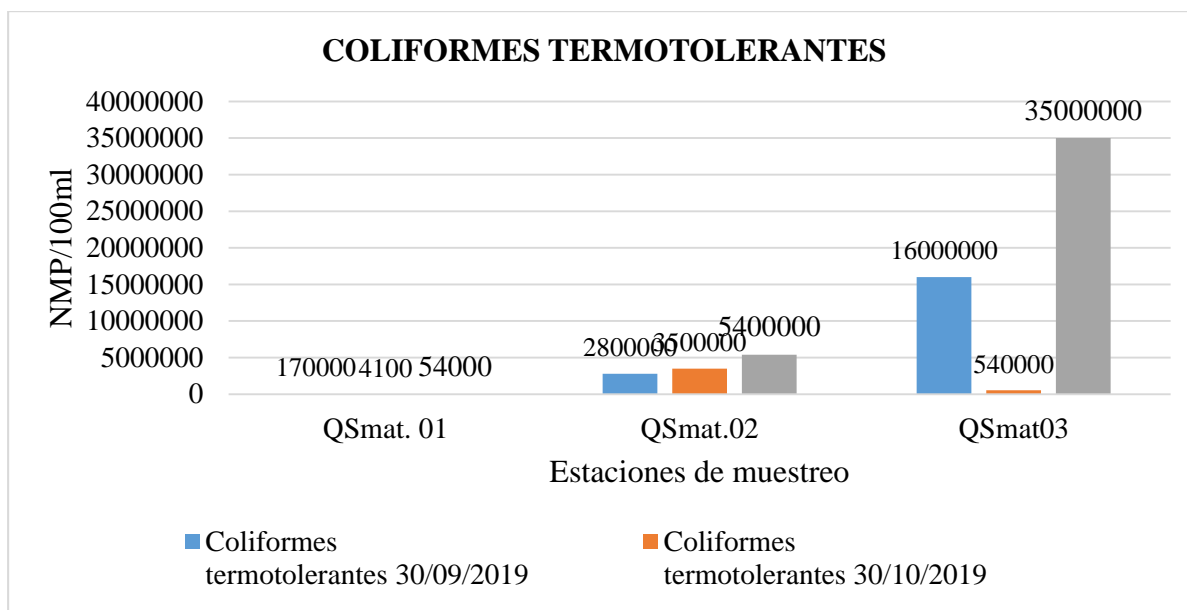


Figura 8. Comportamiento de la concentración de Coliformes Termotolerantes a lo largo de la quebrada San Mateo

Como se evidencia en la figura 8, los 17 000 NMP/100ml, 4 100 NMP/100ml y 5 400 NMP/100ml, evidenció que la estación QSm.01 registró valores más bajos, mientras que en la estación QSm.02 se registraron 2 800 000 NMP/100ml, 3 500 000 NMP/100ml y 5 400 000 NMP/100ml y la estación QSm.03 reportó valores de 16 000 000 NMP/100ml, 540 000 NMP/100ml y 35 000 000 NMP/100ml. A partir de los resultados se afirma que la concentración de coliformes termotolerantes es menor en la estación QSm.01 con respecto a la estación QSm.02 y QSm.03; las altas concentraciones de las dos últimas estaciones están influenciadas específicamente por aguas negras provenientes en mayor parte de los domicilios que están asentados a las riveras de la quebrada y de los desagües de la ciudad de Chota, a diferencia de la estación QSm.01, las concentraciones fueron menores, porque las actividades que se generan alrededor de ésta estación es menor, por lo tanto los contaminantes son menores. Afirmación que se sustenta con el argumento de Marín et al. (2004) citado por Norváes et al. (2008) quien sostiene que las concentraciones de coliformes termotolerantes en aguas superficiales donde hay población asentada a sus riveras, están influenciadas por las aguas residuales que provienen de domicilios de las mismas poblaciones, las cuales no cuentan con un sistema de depuración para la exclusión de las

mismas; mencionado también por Molina y Jiménez (2017) que en aguas superficiales la presencia de coliformes es uno de los principales factores de contaminación de las aguas favoreciendo la presencia de los mismos en zonas de mayor contaminación. Dicho esto, la estación QSmat.02 y QSmat.03 involucran mayor cantidad de agentes contaminantes, por ende, existe mayor concentración de coliformes.

4.4. Comparación de la concentración de los parámetros con los estándares de calidad ambiental para aguas de Categoría III.

Una vez obtenidos los resultados de las concentraciones de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en cada estación de muestreo, se procedió a realizar la respectiva comparación con la tabla 2, para determinar el diagnóstico de la calidad de agua de las mismas.

Tabla 14

Resultados de la calidad de agua en la estación Qsmat.01 Según los ECAs para aguas de Categoría III.

PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADO			ECAS		CRITERIO DE RESULTADO
		30/09/2019	30/10/2019	29/11/2019	D1: Riego de vegetales	D2: Bebida de animales	
Conductividad	(μ S/cm)	330.1	535.76	510.9	2500	5000	SI CUMPLE
pH	Unidad de pH	8.08	8.11	8.21	6.5 - 8.5	6.5 -8.4	SI CUMPLE
Oxígeno disuelto	mg/L	6.58	5.25	5.58	≥ 4	≥ 5	SI CUMPLE
Temperatura	$^{\circ}$ C	15.45	16.47	15.52	$\Delta 3$	$\Delta 3$	SI CUMPLE
DBO5	mg/L	< 2.6	< 2.6	< 2.6	15	15	SI CUMPLE
Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	17 000	4 100	5 400	1 000 a 2 000	1 000	NO CUMPLE

En la estación QSmat.01, todos los parámetros fisicoquímicos cumplen con los ECAs para agua de riego y bebida de animales; en tanto que los coliformes termotolerantes no cumplen con lo establecido en los ECAs, lo que claramente evidencia que en este sector la calidad de sus aguas es afectada principalmente por agua de servicios higiénicos que es vertida de la población que se encuentra a sus alrededores, además es importante señalar que el estiércol de ganado también afecta negativamente la calidad de agua superficial ya que en el mes de septiembre la presencia de ganado en las riveras de la quebrada incremento el número de coliformes por el estiércol que estos producen, tal como la Organización Mundial de la Salud [OMS] (1963) señala que los agentes patógenos presentes en el agua corresponden al grupo de los microorganismos, que están disponibles en la heces de los seres vivos. En tanto el agua como tal no puede aprovecharse para este tipo de actividades ya que el agua presenta alta contaminación por estas bacterias, en tanto, no se recomienda hacer uso de ellas. Si bien es cierto durante los tres muestreos los valores son significativamente menores que los que registraron la estación QSmat.02 y QSmat.03 estos sobrepasan lo recomendado por los ECAs de Categoría III. Por otro lado, el buen aspecto de color de aguas que se presenta en esta zona induce a que los pobladores, usen estas aguas para que beban sus animales, para el lavado de autos e incluso para su propia ropa, poniendo en alto riesgo su salud, ya que las aguas con este tipo de características tienden a contener bacterias perjudiciales para su salud (OMS, 1963).

Según SEMARNAT (2014) indica que, cuando la DBO₅ alcanza valores inferiores a los 3 mg/L, se dice que el agua es de buena calidad, en esta estación según las concentraciones de DBO₅ registrados el agua vendría a ser de muy buena calidad, sin embargo, la presencia de coliformes hace cambiar por completo esta versión.

Tabla 15

Resultado de la calidad de agua en la estación Qsmat.02 Según los ECAs para aguas de Categoría III.

PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADO			ECAS		CRITERIO DE RESULTADO
		30/09/2019	30/10/2019	29/11/2019	D1: Riego de vegetales	D2: Bebida de animales	
Conductividad	(μ S/cm)	777.1	720.6	772.1	2 500	5 000	SI CUMPLE
pH	Unidad de pH	7.87	7.85	7.98	6.5 - 8.5	6.5 -8.4	SI CUMPLE
Oxígeno disuelto	mg/L	1.68	2.51	2.81	≥ 4	≥ 5	NO CUMPLE
Temperatura	$^{\circ}$ C	16.96	16.75	16.95	$\Delta 3$	$\Delta 3$	SI CUMPLE
DBO5	mg/L	151.8	96.5	53.1	15	15	NO CUMPLE
Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	2 800 000	3 500 000	5 400 000	1 000 a 2 000	1 000	NO CUMPLE

En la estación QSmat.02, los parámetros fisicoquímicos: Conductividad, pH y temperatura si cumplen con los ECAs para aguas de categoría III. Según Zela (2000b) la alta conductividad incrementa el grado de salinidad en las aguas de riego en tanto implica una alta concentración de iones particulares, que son potencialmente tóxicos para la planta y cuando éstas la absorben en gran medida el crecimiento de ellas se ven afectadas. En la quebrada San Mateo la concentración de conductividad está por debajo de lo establecido en la normativa para aguas de esta categoría, de lo que se afirma que estos valores no son tan altos, por lo que cuando los agricultores hacen uso de estas aguas los crecimientos de sus cultivos no se ven afectados. La temperatura se ajusta a los valores de la conductividad y pH, y es por ello que ambos tienen el mismo criterio de resultado.

La DBO₅ y oxígeno disuelto no cumplen con los ECAs para aguas de categoría III, el tamaño de la población es un factor relevante en esta estación, por lo que si comparamos con los datos obtenidos en la estación QSmat. 01 los valores de la estación QSmat.02 son extremadamente elevados, ya que la cantidad de residuos líquidos que se generan en este tramo es mayor, por la misma cantidad de población asentada a las riveras de la quebrada. Mejía (2006) citado por Bolaños et al. (2015) señala que las aguas que contienen concentraciones próximas o mayores a 120 mg/L de DBO₅, son clasificadas como aguas de mala calidad, puesto que, están contaminadas con descargas de aguas residuales ya sean municipales o no municipales. Tomando en consideración los argumentos del autor, la DBO₅ en esta zona alcanzó valores entre 53.1 mg/L a 151.8 mg/L de lo que se indica que las aguas desde este punto de vista son de muy mala calidad por ende no deben ser usadas como tales según esta Categoría.

Desde el punto de vista microbiológico, los coliformes termotolerantes no cumplen con la normativa para aguas de categoría III ya que las aguas residuales influyen significativamente en su concentración y comportamiento.

Tabla 16

Resultado de la calidad fisico-química de agua en la estación Qsmat.03 según los ECAs para aguas de Categoría III.

PARAMETRO	UNIDAD	RESULTADO			ECAS		CRITERIO DE RESULTADO
		30/09/2019	30/10/2019	29/11/2019	D1: Riego de vegetales	D2: Bebida de animales	
Conductividad	(μ S/cm)	976.1	851.7	872.65	2 500	5 000	SI CUMPLE
pH	Unidad de pH	7.79	7.77	7.87	6.5 - 8.5	6.5 -8.4	SI CUMPLE
Oxígeno disuelto	mg/L	3.20	3.50	3.60	≥ 4	≥ 5	NO CUMPLE
Temperatura	$^{\circ}$ C	17.88	16.99	17.315	$\Delta 3$	$\Delta 3$	SI CUMPLE
DBO5	mg/L	53.5	44.8	39.7	15	15	NO CUMPLE
Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	16 000 000	540 000	35 000 000	1 000 a 2 000	1 000	NO CUMPLE

En la estación QSmat.03, al igual que la estación QSmat.02, los parámetros fisicoquímicos: Conductividad, pH y temperatura si cumplen con los ECAs, sin embargo, los parámetros DBO₅ y oxígeno disuelto no cumplen con la normativa establecida para aguas de riego y bebida de animales. Según Barrantes et al. (2013) citado por Molina y Jiménez (2017) afirman que en un monitoreo de agua superficial los parámetros se incrementan en las zonas bajas hacia la estación de aforo de la fuente hídrica, además que concuerdan con las zonas de mayor cercanía a los asentamientos humanos. Resultados que se comparten con los obtenidos en la presente investigación. Cabe mencionar que las aguas de esta quebrada desembocan al río Chotano en pésimas condiciones posiblemente provocando una alteración en su calidad al incorporarse en su cauce.

Desde el punto de vista microbiológico el número de coliformes termotolerantes en esta estación es tan elevada como los que se registraron en la estación QSmat.02, en tanto estos no cumplen con la normativa mencionada.

4.5. Correlación de parámetros físico-químicos y microbiológicos evaluados en la quebrada San Mateo

Tabla 17

Correlación de parámetros físico-químicos y microbiológicos

Estaciones de muestreo	Coeficiente de correlación														
	CE vs T°	CE vs pH	CE vs OD	CE vs DBO5	CE vs C.T.	pH vs T°	pH vs OD	pH vs DBO5	pH vs C.T.	T° vs OD	T° vs DBO5	T° vs C.T.	OD vs DBO5	OD vs C.T.	DBO5 vs C.T.
QSmate.01	0.64 (+)	0.593 (+)	0.992 (-)	0.00 (0)	1.000 (+)	0.238 (-)	0.484 (-)	0.000 (0)	0.608 (-)	0.735 (-)	0.000 (0)	0.626 (-)	0.000 (0)	0.989 (+)	0.000 (0)
QSmate.02	1.00 (+)	0.554 (+)	0.338 (-)	0.149 (+)	0.179 (+)	0.585 (+)	0.597 (+)	0.741 (-)	0.918 (+)	0.302 (-)	0.111 (+)	0.216 (+)	0.946 (-)	0.865 (+)	0.946 (-)
QSmate.03	0.98 (+)	0.175 (-)	0.921 (+)	0.862 (+)	0.099 (+)	0.042 (+)	0.545 (+)	0.650 (-)	0.963 (+)	0.815 (-)	0.732 (+)	0.311 (+)	0.420 (-)	0.297 (+)	0.420 (-)

(+) = Correlación positiva (-) = Correlación negativa (0) = correlación nula

4.5.1. Correlación entre conductividad eléctrica y pH

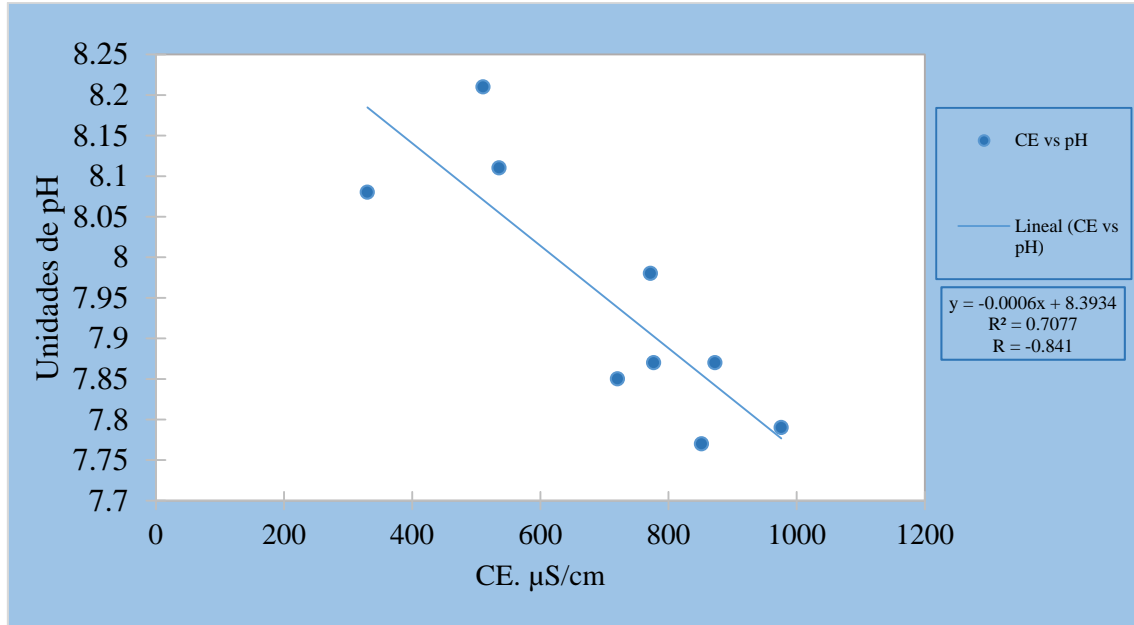


Figura 9. Correlación entre conductividad y pH del agua de la quebrada San Mateo.

En la figura 9, se observa que entre estaciones de muestreo, existe una correlación inversa significativa, lo que indica que mientras más altos son los valores de conductividad, más bajos son las unidades de pH en el agua, similar a los datos obtenidos por Herber (2011), quien determinó una correlación fuertemente significativa entre ambos parámetros ($r = -0.87$). Sin embargo, la correlación entre ambos parámetros no es la misma por cada estación de muestreo: en la estaciones QSmat.01 y QSmat.02, existe una correlación directa moderada y en la estación QSmat.03 existe una correlación inversa muy débil (tabla 17). Estas correlaciones indican que el valor de pH está influenciado por los valores de conductividad eléctrica a medida que las aguas discurren por la quebrada San Mateo.

4.5.2. Correlación entre conductividad eléctrica y temperatura

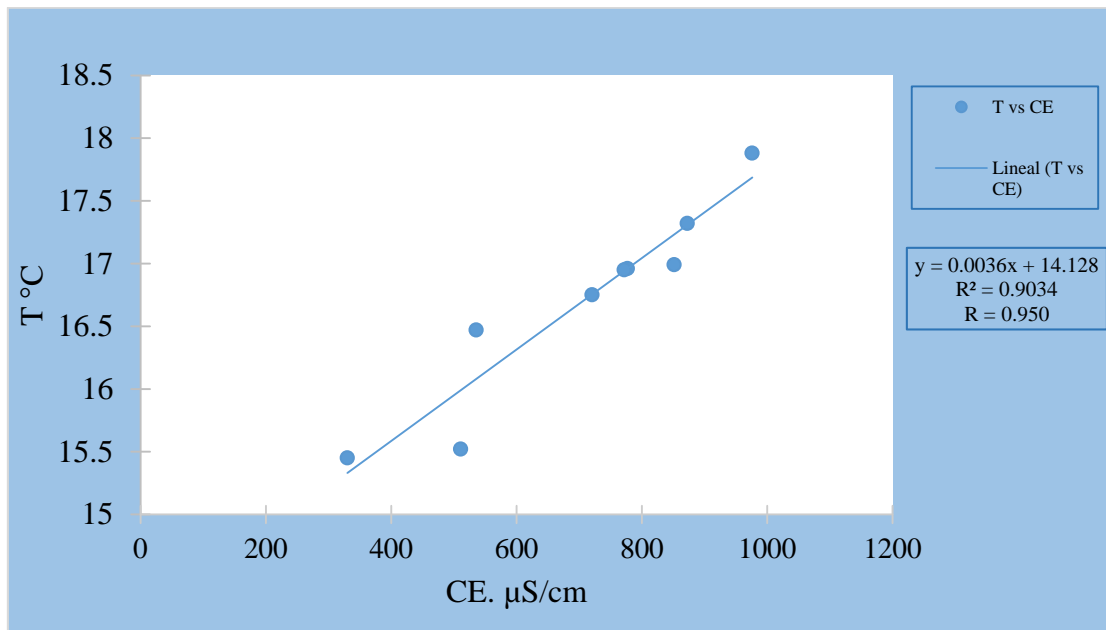


Figura 10. Correlación entre conductividad eléctrica y temperatura del agua de la quebrada San Mateo

En la figura 10, se evidencia una correlación directa regular, entre moderada, fuerte y perfecta, lo que indica que mientras más altos son los valores de temperatura, mayores son los valores de conductividad en el agua. De manera similar es la correlación por cada estación de muestreo: en la estación QSmat.01, los 0.64 indica que existe una correlación directa moderada; en la estación QSmat.02 y QSmat.03, el 1.00 y 0.98 respectivamente, indican que existe una correlación directa perfecta (tabla 17). Estos valores inducen a afirmar que, de una u otra manera la concentración de conductividad eléctrica se ve influenciada por el incremento de temperatura, por lo que es recomendable considerarla al momento de realizar las mediciones (Carrera, et al., 2018).

4.5.3. Correlación entre temperatura y oxígeno disuelto

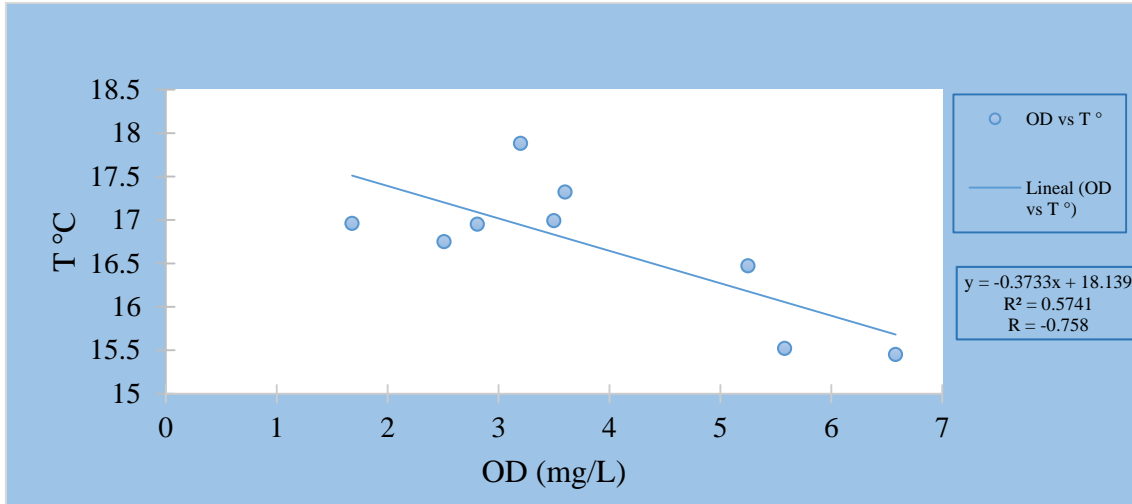


Figura 11. Correlación entre oxígeno disuelto y temperatura del agua de la quebrada San Mateo

La figura 11, evidencia que existe una correlación inversa significativa, lo que indica que significativamente el incremento de temperatura de las aguas de la quebrada San Mateo induce a que los mg/L de oxígeno disuelto bajen. De la misma forma, es la correlación de éstos parámetros por cada estación de muestreo: en la estación QSmat.01 y QSmat.03 la correlación es inversa significativa, sin embargo en la estación QSmat.02 existe una correlación inversa débil (tabla 17). Los resultados permiten afirmar que en la estación QSmat.02 ambos parámetros son independientes uno del otro. Estas correlaciones inversas o negativas indican que, la concentración del oxígeno disuelto en el agua, varía según la temperatura y la altitud, es decir a medida que aumenta la temperatura el OD baja (Rojaz, 2010).

4.5.4. Correlación entre oxígeno disuelto y DBO₅

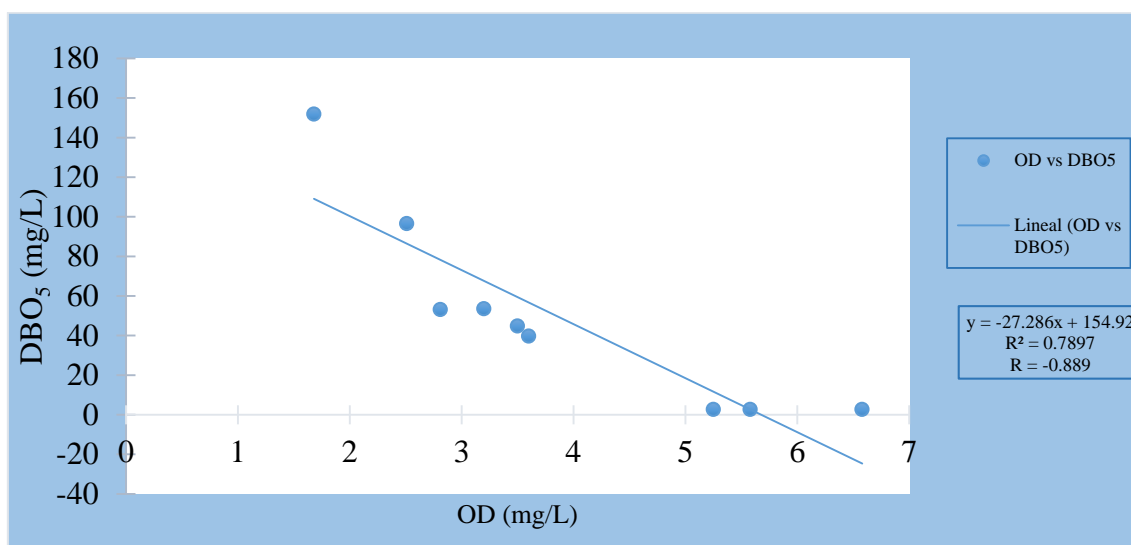


Figura 12. Correlación entre oxígeno disuelto y DBO₅ del agua de la quebrada San Mateo

La figura 12, demuestra que existe una correlación inversa fuerte, a medida que discurren las aguas por la quebrada San Mateo. Del mismo modo, son las correlaciones en la estaciones QSmat.02 y QSmat.03, sin embargo, en la estación QSmat.01 la correlación es nula, ya que durante los tres muestreos los resultados de la DBO₅ están estandarizados como valores menores a 2.6 mg/L (tabla 17). Estos resultados inducen a afirmar que, a medida que se incrementa la concentración de DBO₅, la concentración de OD baja; argumento que se valida con lo que Raffo y Ruíz (2014) señalan que, existe una dependencia de la concentración del oxígeno disuelto con la concentración de DBO₅, ya que, la DBO₅ representa la cantidad de OD necesario para descomponer la materia orgánica, entonces mientras más cantidad de materia orgánica degradada, más cantidad de oxígeno se emplea, por lo tanto se reduce la disponibilidad de éste en el agua.

4.5.5. Correlación entre pH y coliformes termotolerantes

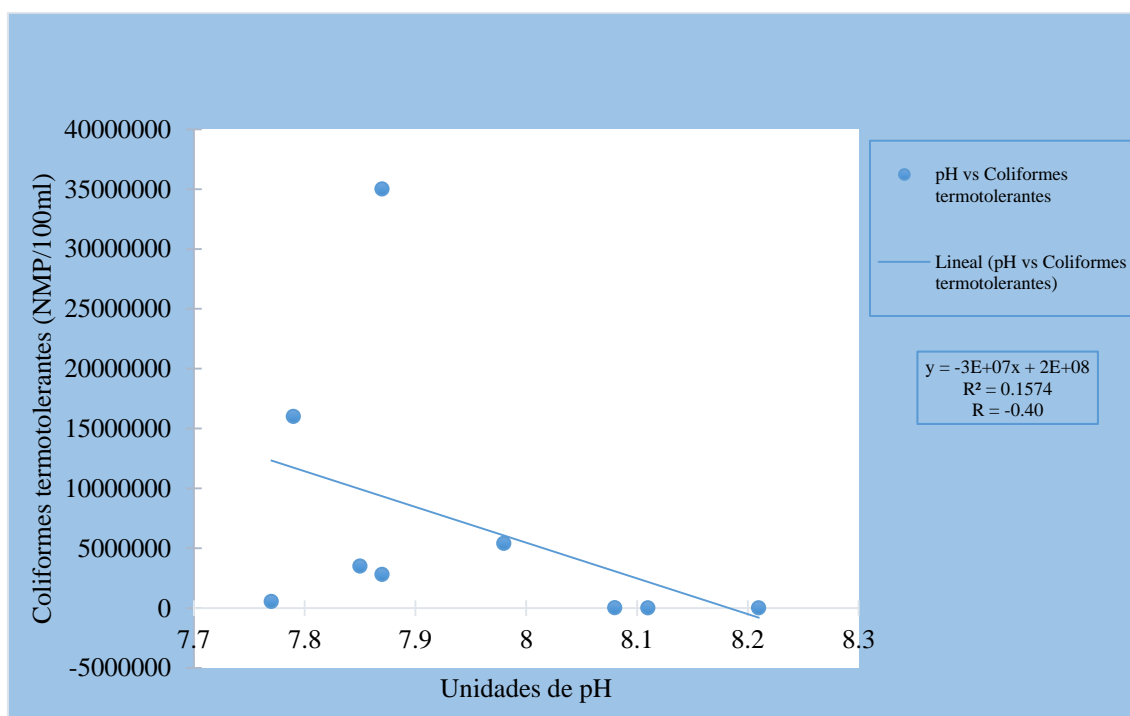


Figura 13. Correlación entre pH y coliformes termotolerantes del agua o de la quebrada San Mateo.

La figura 13, demuestra que existe una correlación inversa moderada a lo largo de la quebrada San Mateo, lo que indica que mientras discurren las aguas, el pH baja y la concentración de coliformes aumenta. De la misma forma, son las correlaciones obtenidas en la estación QSmat.01, sin embargo en la estaciones QSmat.02 y QSmat.03, existe una correlación directa fuerte (tabla 17). Estas correlaciones indican que no siempre ambos parámetros son dependientes uno de otros, por lo que generalmente la concentración de coliformes termotolerantes y pH en el agua depende de las aguas residuales generadas en los domicilios, las cuales contienen gran cantidad de materia fecal (Norváes, et al., 2008).

4.5.6. Correlación entre temperatura y coliformes termotolerantes

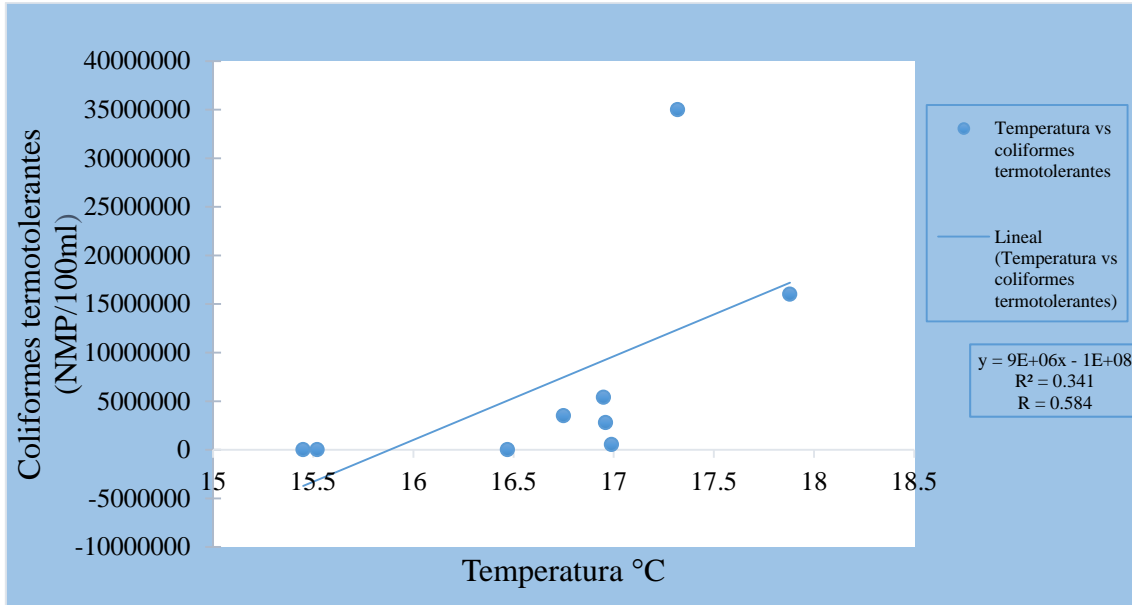


Figura 14. Correlación entre temperatura y coliformes termotolerantes de las aguas de la quebrada San Mateo.

En la figura 14, se muestra que existe una correlación directa moderada, entre los valores de temperatura y la concentración de coliformes termotolerantes. De la misma forma son las correlaciones obtenidas en las estaciones QSmateo.02 y QSmateo.03, sin embargo en la estación QSmateo.01, existe una correlación inversa moderada (tabla 17). Estas correlaciones inducen a afirmar que, probablemente estos parámetros sean independientes, cuyas concentraciones dependen de otros factores (Aguas residuales, altitud, caudal, etc.) (Rojas, 2010).

4.6. Análisis de varianza, coeficiente de variación y probabilidad de las concentraciones de parámetros fisicoquímicos y microbiológicos en las tres estaciones de muestreo.

Tabla 18

Análisis de coeficiente de variación y desviación estándar para los parámetros evaluados en las tres estaciones de muestreo.

PARAMETRO	UNIDAD	PROMEDIO	VARIANZA	DESVIACION ESTANDAR	COEFICIENTE DE VARIACION
Conductividad	(μ S/cm)	705.223333	37770.37236	194.3460119	0.28
pH	Unidad de pH	7.94777778	0.021306173	0.145966341	0.02
Oxígeno disuelto	mg/L	3.85666667	2.288777778	1.512870708	0.39
Temperatura	°C	16.6983333	0.555011111	0.744990679	0.04
DBO5	mg/L	49.6888889	2157.765432	46.45175381	0.93
Coliformes termotolerantes	NMP/100ml	7029277.78	1.20649E+14	10984055.13	1.56

La tabla 18, según el coeficiente de variabilidad (CV) indica que las concentraciones de pH, conductividad y temperatura en el trayecto de la quebrada presentan variabilidad baja; la concentración de oxígeno disuelto presenta una variabilidad moderada y las concentraciones de DBO₅ y coliformes termotolerantes tienen una variabilidad muy alta; datos que se corroboran con lo que establece Ángel (2006) que cuando el coeficiente de variación tiene los rangos: $0 \leq CV \leq 0.1$ (Existe una variabilidad muy baja), $0.1 \leq CV \leq 0.25$ (Existe baja variabilidad), $0.25 \leq CV \leq 0.4$ (Existe variabilidad moderada), $0.4 \leq CV \leq 0.5$ (Existe alta variabilidad) y si $0.5 \leq CV \leq 1$ (Existe variabilidad muy alta). Esto significa que las concentraciones de coliformes termotolerantes y DBO₅ varían según la estación de muestreo; por lo tanto su concentración promedio no es representativa para el estudio, ya que los contaminantes son factores causantes de estas variables de estudio, los mismos que varían en función a la fecha y las horas del día; por consiguiente la concentración promedio de oxígeno disuelto tiene poca representatividad, por lo que ha sido indispensable al momento de comparar con los ECAs considerar las concentraciones de cada estación.

Tabla 19

Análisis de la probabilidad que cumplen con los ECAs

ESTACIONES DE MUESTREO	PROBABILIDAD
QSmad.01	83.33%
QSmad.02	50.00%
QSmad.03	50.00%

En lo que respecta a la probabilidad, la tabla 19 indica que la estación QSmad.01 presenta más alta probabilidad de cumplir con los ECAs, ya que el 83.33% de sus parámetros se ajustan a tal normativa, a diferencia de la estación QSmad.02 y QSmad.03.

Esto significa que en la estación QSmad.01 el agua está menos contaminada respecto de las otras dos estaciones.

Tabla 20

Análisis de Varianza (ANOVA) y valor significativo de la investigación

ANÁLISIS DE VARIANZA ANOVA					
Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Promedio de los cuadrados	p VALOR	Probabilidad
Grupos	1.26884E+12	2	6.34419E+11		
Dentro de los grupos	1.51329E+13	15	1.00886E+12	0.00043*	0.54669247
Total	1.64018E+13	17			

*Análisis ANOVA: Significativo: $p < 0.05$

El valor P es una prueba estadística que indica el valor de significancia que permite aceptar o rechazar una hipótesis nula, en tanto si el valor de P oscila entre 0.05 y 0.01 la hipótesis H_0 no es aceptable (Dagnino, 2014). De la tabla 20, se visualiza que dado a que el valor Significativo (P) es menor a 0.05, entonces se rechaza la hipótesis nula (los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos si cumplen en su totalidad con la categoría III de los ECAS en las tres estaciones de muestreo) y se aprueba la hipótesis alternativa (Los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos no cumplen en su totalidad con la categoría III de los ECAS en las tres estaciones de muestreo) con una probabilidad de 55%; donde se afirma que las aguas de la quebrada San Mateo no son aptas para consumo de riego de vegetales y bebida de animales, por lo tanto son de mala calidad para aguas de categoría III.

CAPÍTULO V

5.1. CONCLUSIONES

El comportamiento de los parámetros evaluados es diferente en cada estación de muestreo y estas aguas son de mala calidad, dado a que en las tres estaciones de muestreo los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos no cumplen en su totalidad con lo establecido en la normativa para riego de vegetales y bebida de animales.

La concentración promedio de pH encontrado por estación es de 8.13, 7.9 y 7.8 unidades respectivamente. En cuanto a la conductividad el valor promedio encontrado fue de 459.9 $\mu\text{S}/\text{cm}$, 756.6 $\mu\text{S}/\text{cm}$ y 900.2 $\mu\text{S}/\text{cm}$ respectivamente. La temperatura registró valores promedios de 15.81°C, 16.88°C y 17.39°C respectivamente, siendo el valor más alto de ambos el determinado en la estación QSmat.03. Las concentraciones de oxígeno disuelto, alcanzaron en promedio 5.80 mg/L en la estación QSmat.01, 2.33 mg/L en la estación QSmat.02 y 3.43mg/L en la estación QSmat.03. La DBO₅ registró concentraciones de < 2.6 mg/L, 101.9 mg/L y 46 mg/L respectivamente; indicándonos que la estación QSmat.02 y QSmat.03 son las más afectadas.

Los coliformes termotolerantes registraron concentraciones que van desde 4 100 NMP/100ml a 35 000 000 NMP/100ml; dando referencia que las aguas de esta quebrada están contaminadas con excremento de animales y seres humanos, en tanto pueden causar enfermedades para la población que consumen los vegetales regados con estas aguas e inclusive a los propios animales.

En la estación QSmat.01 los parámetros fisicoquímicos están dentro de lo establecido en los ECAs, sin embargo, los coliformes termotolerantes sobrepasan la normativa para esta categoría. En la estación QSmat.02 y estación QSmat.03 los parámetros fisicoquímicos: Conductividad, pH y temperatura están dentro de lo establecido en los ECAs, a diferencia de los parámetros: DBO₅ y oxígeno disuelto no

cumplen con lo establecido; a la vez las concentraciones de coliformes termotolerantes en las estaciones no cumplen con la categoría III.

5.2. RECOMENDACIONES

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, se recomienda realizar muestras en diferentes épocas del año para profundizar los conocimientos relacionados a los parámetros estudiados.

Se recomienda que se utilicen los resultados obtenidos en la presente investigación para buscar algún tratamiento para las aguas de esta quebrada con la finalidad de ajustar sus parámetros y éstas sean óptimas para su utilización sin afectar la salud de los pobladores, además de contribuir al cuidado del medio ambiente.

Es necesario que la alcaldía municipal e instituciones que intervienen en las comunidades fomenten, concienticen y capaciten a la población sobre los peligros que existen al usar el agua de la quebrada San Mateo la cual no cumple con los ECAs, de tal forma que se evite que la población contraiga alguna enfermedad o riegue sus cultivos y lo use para bebida de sus animales.

Es necesario que el gobierno municipal tome conciencia sobre el impacto negativo que causa el vertimiento de las aguas residuales en la quebrada San Mateo sin un previo tratamiento, por lo tanto, prioricen la construcción de una planta de tratamiento para toda el agua residual generada por la ciudad de Chota y evitar la contaminación de nuestros recursos hídricos.

CAPÍTULO VI

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ampuero, A. A. (2018). *Relación del pH y oxígeno disuelto de fondo con la distribución de los bentos calcificantes de la Plataforma Centro – Norte Peruana* [Tesis de grado, Universidad Peruana Cayetano Heredia, Perú].
- Ángel, J. C. (2006). La variación y su significado. *Revista institucional de la Universidad EAFIT*, 1, 87-96.
<https://publicaciones.eafit.edu.co/index.php/revista-universidad-eafit/article/view/1216>
- Arias, A., Gómez, N. y Castro, F. (2011). Evaluación del Impacto Ambiental Sobre el Río Grande por el Vertimiento de Aguas Residuales Provenientes de la Estación Piscícola el Molino H&V Ubicada en Coconuco Cabecera del Municipio de Puracé del Departamento del Cauca. *Journal de Ciencia e Ingeniería*, 3, 4-11. <https://jci.uniautonoma.edu.co/2011/2011-1.pdf>
- Auccahuasi, W. (2015). *Calidad de agua y sedimentos en el río Madre de Dios, departamento Madre de Dios, Perú* [Tesis de grado, Universidad Nacional Amazónica de Madre de Dios].
- Autoridad Nacional del Agua. (2016). *Contaminación en la cuenca Chancay Lambayeque por aguas residuales domésticas y botadero de residuos sólidos. Ministerio de Agricultura y Riego* [Archivo PDF].
http://167.249.9.58:8090/media/54355/calidad_agua_chl.pdf
- Aznar, A., y Barba, A. (2000). Determinación de los parámetros físico-químicos de la calidad de las aguas. *Gestión Ambiental*, 2(23), 12-19.
<http://ocw.uc3m.es/ingenieria-quimica/ingenieria-ambiental/otros-recursos-1/OR-F-001.pdf>

- Baptista, P. Fernández, C y Hernández, S. (2014). *Metodología de la Investigación*. 6a ed. México: McGraw-Hill Interamericana.
- Barrenechea, A. (2005). *Aspectos fisicoquímicos de la calidad del agua* [Archivo PDF] <http://www.ingenieroambiental.com/4014/uno.pdf>
- Betancor, A. (2005). Determinación de los parámetros físico-químicos y microbiológicos de calidad de las aguas. *Revista Interdisciplinar de Gestión Ambiental*, 2 (23), 12-19. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/revista?codigo=2236>
- Bofill, S., Casares, P., Albiñaña, N., Maluquer, C., Hundesa, A. y Girones, R. (2005). Efectos sobre la salud de la contaminación de agua y alimentos por virus emergentes humanos. *Revista Española de Salud Pública*, 79(2), 1135-5727. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=17079214&idp=1&cid=2797666>
- Bolaños, J., Montero, N., Rodríguez, N. y Sánchez, A. (2015a). Calidad de aguas superficiales: estudio de la quebrada Estero, ubicada en el cantón de San Ramón. *Ciencias Naturales*, 15(25), 61-76. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/pensamiento-actual/article/view/22593>
- Bolaños, J., Montero, N., Rodríguez, N. y Sánchez, A. (2015b). Calidad de aguas superficiales: estudio de la quebrada Estero, ubicada en el cantón de San Ramón. *Ciencias Naturales*, 15(25), 61-76. <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/pensamiento-actual/article/view/22593>
- Cantera, J. Muñoz, E. y Peña, J. (2018). *Evaluación de la contaminación en ecosistemas acuáticos*. Cali, Colombia: G&G Editores.
- Cardona, D. (2011). *Caracterización del agua cruda del rio la vieja como fuente superficial para el proceso de potabilización de emcartago s.a. e.s.p.* [Tesis de grado, Universidad Tecnológica de Pereira].

- Carrera, D., Guerrón, E., Cajas, L., Gonzáles, T., Guamán, E. y Velarde, P. (2018). Relación de temperatura, pH y CE en la variación de concentración de fosfatos en el río Grande, Cantón Chone. *Congreso de ciencia y tecnología*, 13(1), 37 – 40. https://www.researchgate.net/publication/325958588_Relacion_de_temperatura_pH_y_CE_en_la_variacion_de_concentracion_de_fosfatos_en_el_Rio_Grande_Canton_Chone
- Casilla, S. (2014). *Evaluación de la calidad de agua en los diferentes puntos de descarga de la cuenca del río Suchez* [Tesis de grado, Universidad Nacional del Antiplano].
- Castillo, K. y Quispe, R. (2019). *Calidad fisicoquímica y microbiológica del río Chonta impactada por vertimiento de aguas residuales urbanas e industriales en el distrito Baños del Inca* [Tesis de grado, Universidad Privada del Norte].
- Dagnino, J. (2014). Inferencias estadísticas: Prueba de Hipótesis. *Bioestadística y Epidemiología*, 43, 125-128. <https://revistachilenadeanestesia.cl/inferencia-estadistica-pruebas-de-hipotesis/>
- Decreto Supremo 004 de 2008 [Ministerio del Ambiente]. Por la cual se aprueba los estándares de calidad ambiental (ECA) para agua. 7 de junio de 2017.
- Devangee, P. (2017). Assessment of Physico-chemical and Bacteriological Water Quality Parameters: A Review [Evaluación de los parámetros de calidad del agua fisicoquímicos y bacteriológicos: una revisión internacional]. *Journal of Pharmacy and Integrated Life Sciences*, 5(2), 1-17. [researchgate.net/publication/314951607_Assessment_of_Physico-chemical_and_Bacteriological_Water_Quality_Parameters_A_Review](https://www.researchgate.net/publication/314951607_Assessment_of_Physico-chemical_and_Bacteriological_Water_Quality_Parameters_A_Review)
- Dirección General de Salud Ambiental. (2011). *Parámetros Organolépticos* [Archivo PDF].

http://www.digesa.minsa.gob.pe/DEPA/informes_tecnicos/GRUPO%20DE%20USO%201.pdf

Díaz, L., Tarrillo, R. y Campos, A. (2020). Caracterización y evaluación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas de la quebrada Colpamayo, Chota. *Revista Ciencia Norandina*, 3(1), 12-20.

<https://doi.org/10.37518/2663-6360X2020v3n1p12>

Domingo, J. Beamonte, E., Casino, A. y Veres, E. (2004). Un indicador global para la calidad del agua. Aplicación a las aguas superficiales de la Comunidad Valenciana. *Estadística Española*, 46(156), 357- 384.

https://www.researchgate.net/publication/28071914_Un_indicador_global_para_la_calidad_del_agua_Aplicacion_a_las_aguas_superficiales_de_la_Comunidad_Valenciana

Edokpayi, J., Odiyo, J., Popoola, E. & Msagati, T. (2018). Evaluation of Microbiological and Physicochemical Parameters of Alternative Source of Drinking Water: A

Escalante, J. (2018). *Caracterización de las aguas del río Mashcón y San Lucas, y del efluente de las lagunas de estabilización de la ciudad de Cajamarca con fines de evaluación ambiental, marzo – agosto del 2007* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio Institucional - Universidad Nacional de Cajamarca.

Flores, H., León, F., García, V. y Sánchez, G. (2019). Evaluación física, química y microbiológica de las aguas del río Nanay a orillas de la comunidad de Nina Rumi. *Revista Ciencia y Tecnología*, 15(1), pp. 113-122.

<http://www.revistas.unitru.edu.pe/index.php/PGM/article/view/2341>

- Frías, T. y Montilla, L. (2016). *Evaluación de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos en el sector Puerto de Productores río Itaya, Loreto – Perú* [Tesis de grado, Universidad Científica del Perú]. Repositorio Institucional-Universidad Científica del Perú.
- Gime, E. (2017). *Calidad de las aguas utilizadas para regadío en el Valle de Yabú Santa Clara* [Tesis de grado, Universidad Central Marta Abreu de las Villas]. Repositorio Institucional-Universidad Central Marta Abreu de las Villas.
- Guzmán, B., Nava, G. y Dias, P. (2012). La calidad del agua para consumo humano y su asociación con la morbimortalidad en Colombia, 2008-2012. *Biomédica*, 35(2), 90-177.
<https://revistabiomedica.org/index.php/biomedica/article/view/2511>
- Hassane, A., Oubacar, I., Seyni, S. & Rabani, A. (2020). Physico-chemical and bacteriological quality of groundwater in a rural area of Western Niger: a case study of Bonkougou [Calidad fisicoquímica y bacteriológica de agua subterránea en una zona rural del Níger Occidental: un estudio de caso de Bonkougou]. *Journal of Water and Health*, 18(1), 77-90.
- Herber, L. (2011). *Conductividad eléctrica aparente como herramienta para delimitar zonas de manejo sitio específico en maíz (Zea mays)* [Tesis de grado,
- Hernández, S. I. (2015). *Evaluación de la calidad físico-química y bacteriológica del arroyo Coyopolan del municipio de Ixhuacán de los Reyes* [Tesis para obtener el diploma de Maestro en Ciencias Ambientales, Universidad Veracruzana, Xalapa].<https://cdigital.uv.mx/bitstream/handle/123456789/42105/HernandezGonzalezSandra.pdf?sequence=2&isAllowed=y>
- Hernández, C. (2012). *Evaluación de la calidad bacteriológica del agua de pozos para consumo humano del casco urbano del departamento de Chiquimula* [Tesis de

grado, Universidad de San Carlos de Guatemala]. Biblioteca Institucional-
Universidad de San Carlos de Guatemala.

Illanes, S. B. (2016). *Determinación de los parámetros físicos, químicos y microbiológicos del agua del canal Latacunga-Salcedo-Ambato en el sector Santa Lucia, periodo 2014* [Tesis de grado, Universidad Técnica de Cotopaxi]. Repositorio Institucional- Universidad Técnica de Cotopaxi.

Jiménez, B. E. (2001). *La Contaminación Ambiental en México*. Limusa

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2006). *Conductividad eléctrica en aguas por el método electrométrico* [Archivo PDF].

<http://www.ideam.gov.co/documents/14691/38155/Conductividad+El%C3%A9ctrica.pdf/f25e2275-39b2-4381-8a35-97c23d7e8af4>

León, C. A. (2009). *Estandarización y validación de una técnica para medición de la demanda bioquímica de oxígeno por el método respirométrico y la demanda química de oxígeno por el método colimétrico* [Tesis de grado, Universidad Tecnológica de Pereira]. Repositorio Institucional-Universidad Tecnológica de Pereira

Ley 29338 de 2009. Ley de los recursos hídricos. 30 de marzo de 2009. D.O. No. 393473

Ley 28611 de 2005. Ley general del ambiente. 15 de octubre de 2005. D.O No. 1561812

Livaque, R. (2014). Hidrología de la provincia de Chota.

https://es.slideshare.net/nestorrafael77/hidrologia-de-chota?from_action=save

Luengo, R. (2016). *Aumento de temperaturas y disminución del caudal de los ríos afectarán a la región* [Archivo PDF].

<http://www.diarioeldia.cl/region/aumento-temperaturas-disminucion-caudal-rios-afectaran-region>

- Marchand, P. (2002). Microorganismos indicadores de la calidad de agua de consumo humano en Lima Metropolitana [Tesis de grado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. Biblioteca virtual-Universidad Nacional Mayor de San Marcos.
- Marín, G. R. (2014). *Dinámica fisicoquímica de aguas*. Díaz de Santos.
- Mena, L., Salgado, V., Benavidez, C., Vega, I. y Coto, J. (2015). Comportamiento del oxígeno disuelto en el río Burío Quebrada Seca, Heredia. *Observatorio Ambiental*, 13-20.
<http://www.observatorioambiental.una.ac.cr/index.php/indicadores-ambientales/123-comportamiento-del-oxigeno-disuelto-en-el-rio-burio-quebrada-seca-heredia>
- Ministerio del Ambiente. (2015). *Aguas residuales en el Perú, Problemática y uso en la agricultura* [Archivo PDF]. <http://www.minam.gob.pe/wp-content/uploads/2017/06/DS-004-2017-MINAM.pdf>
- Ministerio del Ambiente. (2009). *Glosario de términos para sitios contaminados* [Archivo PDF]. <http://www.minam.gob.pe/calidadambiental/wp-content/uploads/sites/22/2015/02/2016-05-30-Conceptos-propuesta-Glosario.pdf>
- Ministerio del Ambiente. (2012). *Glosario de términos para la gestión ambiental peruana* [Archivo PDF].
<http://www.usmp.edu.pe/recursoshumanos/pdf/Glosario-de-Terminos.pdf>.
- Ministerio de Vivienda, Construcción y Saneamiento. (2015). *Informe de la calidad del agua*. [Archivo PDF].
<http://www3.vivienda.gob.pe/pnc/Olmos/Estudio%20de%20Calidad%20de%20Agua%20por%20Epsel.pdf>

- Mitchell, M., Stapp, W., y Bixby, K. (1991). *Manual de campo de Proyecto del Río: una guía para monitorear la calidad del agua en el Río Bravo*. Editorial Usa.
- Molina, G. y Jiménez, I. (2017). Análisis de la contaminación por coliformes termotolerantes en el estuario del río ranchería, la guajira (Colombia). *Boletín Científico*, 21(2), 41-50. <http://www.scielo.org.co/pdf/bccm/v21n2/0123-3068-bccm-21-02-00041.pdf>
- Norváes, S., Gómez, M. y Acosta, J. (2008). Coliformes termotolerantes en aguas de las poblaciones costeras y palafíticas de la Ciénaga Grande de Santa Marta, Colombia. *Acta biológica de Colombia*, 13(3), 113-122.
<https://revistas.unal.edu.co/index.php/actabiol/article/view/17415>
- Organización de las Naciones Unidas. (2015). *El agua fuente de vida*. Decenio Internacional para la acción.
<https://www.un.org/spanish/waterforlifedecade/quality.shtml>
- Organización Mundial de la Salud. (1963). *Epidemiología y control de las enfermedades transmitidas por vectores* [Archivo PDF].
<https://iris.paho.org/bitstream/handle/10665.2/1146/42232.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura. (2016). *Agua para la vida* [Archivo PDF].
<http://www.un.org/esa/sustdev/sdissues/water/WWDR-spanish-129556s.pdf>
- Ortiz, M., Can, A., Romero, C., Cruz, E. y Madueño, A. (2019). Calidad del agua para uso agrícola del río Mololoa. *Terra Latinoamericana*, 37(2), 186-195.
<https://doi.org/10.28940/terra.v37i2.406>

- Paredes, G (2013). *Importancia del agua*.
<https://www.usmp.edu.pe/publicaciones/boletin/fia/info86/articulos/importanciaAgua.html>
- Pastor, Y. y Salazar, B. (2019). *Evaluación de la calidad ecológica y ambiental del agua del río Jequetepeque en el tramo de San Juan - Chilote del departamento de Cajamarca en el año 2017- 2018* [Tesis de grado, Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo]. Repositorio Institucional_ Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo.
- Pauta, G., Velasco, M., Gutiérrez, D., Vásquez, G., Rivera, S., Morales, O. y Abril, A. (2019). Evaluación de la calidad del agua de los ríos de la ciudad de Cuenca, Ecuador. *Artículo científico / Research paper*, 10(2), 76-88.
<http://orcid.org/0000-0002-4676-5215>
- Pérez, J., y Gardey, A. (20 de julio de 2020). *Definición de parámetro*. Definición. De. <https://definicion.de/parámetro/>.
- Pérez, A., y Rodríguez, A. (2008). Índice fisicoquímico de la calidad de agua para el manejo de lagunas tropicales de inundación. *Biología Tropical*, 56(4), 1905-1918. <https://www.scielo.sa.cr/pdf/rbt/v56n4/art26v56n4.pdf>
- Pérez, S. (20 de agosto de 2020). *Datos geográficos del distrito Chota*. chota.webcindario.com. https://chota.webcindario.com/9_Datos_generales.htm
- Prasai, T. (2013). Evaluation of Physicochemical and Microbiological Parameters of Drinking Water Supplied from Distribution Systems of Kathmandu Municipality [Evaluación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua potable suministrada por los sistemas de distribución del municipio de Katmandú]. *Nepal Journal of Science and Technology*, 13(2), pp. 179-184.

- Programa de las Naciones Unidas para el Medio Ambiente. (2015). Perspectivas del Medio Ambiente Urbano [Archivo PDF].
- Pullés, R. (2014). Microorganismos indicadores de la calidad del agua potable en cuba Revista CENIC. *Ciencias Biológicas*, 45(1), 25-36.
<https://www.redalyc.org/pdf/1812/181230079005.pdf>
- Raffo, E., y Ruíz, E. (2014). Caracterización de las aguas residuales y la demanda bioquímica de oxígeno. *Revista de la Facultad de Ingeniería Industrial*, 17(1), 71-80. <https://www.redalyc.org/pdf/816/81640855010.pdf>
- Rodríguez, S. (2019). *Evaluación de la calidad fisicoquímica y microbiológica de las aguas del río Mashcón en Huambocancha Baja y Bella Unión durante setiembre y diciembre del 2017 y mayo del 2018* [Tesis de grado, Universidad Privada del Norte]. Repositorio Institucional- Universidad Privada del Norte.
- Rojas, O. (2018). *Evaluación de parámetros físico-químico y microbiológico del río Ragra afluente del río san juan, para determinar la categoría de sus aguas – Simón Bolívar – Pasco – 2018* [Tesis de grado, Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión]. Repositorio Institucional,-Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión.
- Rojaz, H. (2010). Aplicación de un modelo de correlación entre las variables temperatura, densidad y oxígeno disuelto para la identificación de termoclina en la estratificación térmica. *Reportes científicos de la FACEN*, 1(2), 1-14.
<http://scielo.iics.una.py/pdf/rcfacen/v1n2/v1n2a02.pdf>
- Roldan, G. (2003). Bioindicación de la calidad del agua en Colombia: propuesta para el uso del método BMWP Col [Archivo PDF].
<https://searchworks.stanford.edu/view/5799477>

- Rubio, H., Ortiz, R., Quintana, R., Saucedo, R., Ochoa, J. y Rey, N. (2014). Índice de calidad de agua (ica) en la presa la boquilla en chihuahua. *Ecosistemas y Recursos Agropecuarios*, 1(2), 139-150.
<http://www.scielo.org.mx/pdf/era/v1n2/v1n2a5.pdf>
- Sánchez, D. (2016). *Calidad del agua y su control* [Archivo PDF].
http://blog.uclm.es/davidsanchezramos/files/2016/05/11_Calidad-agua-y-control_v2015_resumen.pdf
- Secretaría del Medio Ambiente Y Recursos Naturales. (2014). *Agua Calidad*.
https://apps1.semarnat.gob.mx:8443/dgeia/informe_resumen14/06_agua/6_2_1.html
- Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología Dirección General de Hidrología y Recursos Hídricos. (2007). *Monitoreo de la calidad de agua de los ríos del Perú* [Archivo PDF]. <http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs391/es/>
- Sierra, R. C. (2011a). *Calidad del agua: evaluación y diagnóstico*. Universidad de Medellín.
- Sierra, R. C. (2011b). *Calidad del agua: evaluación y diagnóstico*. Universidad de Medellín.
- Tapia, C. (13 de mayo de 2020). *Contaminación de los ríos en el Distrito de Chota*. Slideshare.<https://es.slideshare.net/celestinocabrera/monografia-la-contaminacin-de-los-rios-en-el-distrito-de-chota>.
- Tejero, I., Suárez, J., Jácome, A. y Temprano, J. (10 de marzo de 2020). *La calidad del agua. Su control*. Docsity. <https://www.docsity.com/es/calidad-del-agua-su-control-ingenieria-sanitaria-y-ambiental-apuntes-tema-11/155110/>
- Teves, B. (2016). *Estudio fisicoquímico de la calidad del agua del río Cakra, región Lima* [Tesis de grado, Pontificia Universidad Católica del Perú].

Villena, J. A. (2018). Calidad de agua y desarrollo sostenible. *Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública*, 35(2), 17-46.

10.17843/rpmesp.2018.352.3719

Woldesenbet, A (2015). Physicochemical and biological water quality assessment of lake hawassa for multiple designated water uses [Evaluación fisicoquímica y biológica de la calidad del agua del lago Hawassa para múltiples usos designados]. *Journal of Urban and Environmental*, 9(2), 146-157.

https://www.researchgate.net/publication/291392965_Physicochemical_and_biological_water_quality_assessment_of_lake_hawassa_for_multiple_designated_water_uses

Zela, G. (2000). *La Conductividad Eléctrica del agua y del suelo* [Archivo PDF].

<https://croipaia.com/es/blog/conductividad-electrica-del-agua-y-suelo/>

CAPÍTULO VII

ANEXOS

7.1. Panel fotográfico



Figura 15. Recolección de muestras para laboratorio en la estación QSmat.01



Figura 16. Determinación de la concentración de parámetros con el multiparámetro en la estación QSmat.01



Figura 17. Determinación de caudal en la estación QSmat.01



Figura 18. Recolección de muestras para el laboratorio en la estación QSmat.02



Figura 19. Determinación de la concentración de parámetros con el multiparámetro en la estación QSmat.02



Figura 20. Determinación del caudal en la estación QSmat.02



Figura 21. Recolección de muestras para el laboratorio en la estación QSmat.03



Figura 22. Determinación de la concentración de parámetros con el Multiparámetro en la estación QSmat.02



Figura 23. Determinación del caudal en la estación QSmat.03



Figura 24. Muestras recogidas en las 03 estaciones de muestreo para enviar a laboratorio

REGISTRO DE DATOS EN CAMPO													
RÍO/QUEBRADA: SAMALITO			REALIZADO POR: FLORE IDIÉSSA FUSTIANTANTE IDROGO										
Punto de monitoreo/estaciones de muestreo	Localidad	Provincia	Departamento	Coordenadas		Altura msnm	Fecha	Hora	Conductividad $\mu\text{S/cm}$	pH	OD mg/l	Temperatura $^{\circ}\text{C}$	Caudal
				Norte/Sur	Este/Oeste								
BSmat-01	CHOTA	CHOTA	CASAPARACA	9274445	761174		30/10/19	08:28	330.1	4.08	6.58	15.45	2.645
BSmat-02	CHOTA	CHOTA	CASAPARACA	9274495	761174		30/10/19	09:16	335.76	8.11	5.25	16.47	2.445
BSmat-03	CHOTA	CHOTA	CASAPARACA	9274495	761174		30/10/19	10:27	510.9	8.21	5.58	15.53	3.845
BSmat-01	CHOTA	CHOTA	CASAPARACA	9274470	759852		30/10/19	08:36	377.1	7.64	1.68	16.96	57.645
BSmat-02	CHOTA	CHOTA	CASAPARACA	9274470	759852		30/10/19	09:28	720.6	7.85	2.51	16.75	155.625
BSmat-03	CHOTA	CHOTA	CASAPARACA	9274470			30/10/19	10:16	772.1	7.98	2.81	16.95	121.745
BSmat-01	CHOTA	CHOTA	CASAPARACA	9274877	757712		29/11/19	09:28	976.1	7.79	3.20	17.89	125.5245
BSmat-02	CHOTA	CHOTA	CASAPARACA	9274877	757712		29/11/19	09:35	951.7	7.77	3.50	16.99	141.3545
BSmat-03	CHOTA	CHOTA	CASAPARACA	9274877	757712		29/11/19	10:35	872.65	7.87	3.60	17.31	155.7845

Figura 1. Ficha de registro de datos en campo. Fuente: (ANA, 2016b). Elaboración propia.

Figura 28. Ficha de registro para parámetros determinados con el multiparámetro durante los 03 periodos de muestreo

7.3. Informes de ensayo de laboratorio



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 0919787

DATOS DEL CLIENTE/USUARIO

Razon Social/Usuario: **FLOR IDELSA FUSTAMANTE IDROGO**

Dirección: **Av. Tacabamba N° 160_ Chota**

Persona de contacto: - Correo electrónico: **fustamanteflor0796@gmail.com**

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha del Muestreo: **30.09.19** Hora de Muestreo: **08:31 a 10:27**

Tipo de Muestreo: **Puntual**

Número de Muestras: **03 Muestras** N° Frascos x muestra: **02**

Ensayos solicitados: **Fisicoquímicos y Biológicos**

Breve descripción del estado de la muestra: **Las muestras cumplen con los requisitos de volumen y preservación.**

Responsable de la toma de muestra: **Las muestras fueron tomadas por el Usuario**

Procedencia de la Muestra: **"EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LOS PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS PARA DETERMINAR LA CALIDAD DE AGUA DE CATEGORÍA III EN LA QUEBRADA SAN MATEO, CHOTA-2019"**

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato: **SC - 1115** Cadena de Custodia: **CC - 787 - 19**

Fecha y Hora de Recepción: **30.09.19 12:30** Inicio de Ensayo: **30.09.19 12:55**

Reporte *Final de* Resultados: **10.10.19 10:00**



Ing. Edder Miguel Neyra Jaico
Responsable de Oficina
CIP: 147028

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

Cajamarca, 10 de Octubre de 2019.

1 de 2

"LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA - GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA ASEGURA LA CONFIABILIDAD DE LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME DE ENSAYO"
JR. LUIS ALBERTO SÁNCHEZ S/N. URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA - PERÚ
e-mail: laboratorio@lagua@regioncajamarca.gob.pe FONDO: 599000 anexo 1140

Figura 29. Datos generales de las muestras tomadas el 30/09/2019 en las 03 estaciones de muestreo



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA
LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL-DA
CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 0919787

ENSAYOS			QUÍMICOS y MICROBIOLÓGICOS			
Código Cliente	QSmal.01		QSmal.02	QSmal.03	-	-
Código Laboratorio	0919787-01		0919787-02	0919787-03	-	-
Matriz	NATURAL		NATURAL	NATURAL	-	-
Descripción	Superficial		Superficial	Superficial	-	-
Localización de la Muestra	Chota		Chota	Chota	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados			
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg O ₂ /L	2.6	<LCM	151.8	53.5	-
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1.8	17 x 10 ³	28 x 10 ⁵	16x10 ⁶	-

Leyenda: LCM: Límite de cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)
Nota: Los Resultados <1.8 y <1: significa que el resultado es equivalente a cero, no se aprecian estructuras biológicas en la muestra.

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizados
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 22nd Ed. 2012: Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E. 23rd Ed. 2017: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.

NOTAS FINALES

- (*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA. NA: No aplica
- (**) Los Resultados son referenciales, fueron procesados fuera del tiempo estipulado por el método.
- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo en este Laboratorio Regional del Agua.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua, su autenticidad será válida sólo si tiene firma y sello original. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
- ✓ Los resultados del informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que la produce.
- ✓ Los materiales o muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua, durante el tiempo indicado de preservaciones posteriores a la emisión del informe, por lo que toda comprobación o reclamación que en su caso, deseara efectuar el solicitante, se deberá ejercer en el plazo indicado.
- ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

"Fin del documento"

Código del Formato: RT1-5-10-01 Rev:N°06 Fecha : 02/01/2019

Cajamarca, 10 de Octubre de 2019.



LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA

Figura 30. Concentración de parámetros evaluados en laboratorio el 30/09/2019



INFORME DE ENSAYO N° IE 1019889

DATOS DEL CLIENTE/USUARIO

Razon Social/Usuario **FLOR IDELSA FUSTAMANTE IDROGO**
 Dirección **Av. Tacabamba N° 160_ Chota**
 Persona de contacto - Correo electrónico **fustamanteflor0796@gmail.com**

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha del Muestreo **30.10.19** Hora de Muestreo **08:36 a 10:16**
 Tipo de Muestreo **Puntual**
 Número de Muestras **03 Muestras** N° Frascos x muestra **02**
 Ensayos solicitados **Fisicoquímicos y Biológicos**
 Breve descripción del estado de la muestra **Las muestras cumplen con los requisitos de volumen y preservación.**
 Responsable de la toma de muestra **Las muestras fueron tomadas por el Usuario**
 Procedencia de la Muestra: **"EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LOS PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS PARA DETERMINAR LA CALIDAD DE AGUA DE CATEGORÍA III EN LA QUEBRADA SAN MATEO, CHOTA-2019"**

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato **SC - 1233** Cadena de Custodia **CC - 889 - 19**
 Fecha y Hora de Recepción **30.10.19 16:53** Inicio de Ensayo **30.10.19 17:15**
 Reporte *Final de* Resultados **11.11.19 10:00**

Ing. Edder Miguel Neyra Jaico
Responsable de Oficina
CIP: 147028

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

Cajamarca, 11 de Noviembre de 2019.

Figura 31. Datos generales de las muestras tomadas el 30/10/2019 en las 03 estaciones de muestreo



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084



INFORME DE ENSAYO N° IE 1019889

ENSAYOS			QUÍMICOS y MICROBIOLÓGICOS					
Código Cliente	QSmal.01		QSmal.02	QSmal.03	-	-	-	
Código Laboratorio	1019889-01		1019889-02	1019889-03	-	-	-	
Matriz	NATURAL		NATURAL	NATURAL	-	-	-	
Descripción	Superficial		Superficial	Superficial	-	-	-	
Localización de la Muestra	Chota		Chota	Chota	-	-	-	
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg O ₂ /L	2.6	<LCM	96.5	44.8	-	-	-
Coliformes Termotolerantes	NMP/ 100mL	1.8	41 x 10 ²	35 x 10 ⁵	54 x 10 ⁴	-	-	-

Leyenda: LCM: Límite de cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)

Nota: Los Resultados <1.8 y <1: significa que el resultado es equivalente a cero, no se aprecian estructuras biológicas en la muestra.

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizados
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 22nd Ed. 2012: Biochemical Oxygen Demand (BOD). 5-Day BOD Test
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E. 23rd Ed. 2017: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.

NOTAS FINALES

- (*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA. NA: No aplica
- (*) Los Resultados son referenciales, fueron procesados fuera del tiempo estipulado por el método.
- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo en este Laboratorio Regional del Agua.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua, su autenticidad será válida sólo si tiene firma y sello original. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
- ✓ Los resultados del informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que la produce.
- ✓ Los materiales o muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua, durante el tiempo indicado de preservaciones posteriores a la emisión del informe, por lo que toda comprobación o reclamación que en su caso, deseara efectuar el solicitante, se deberá ejercer en el plazo indicado.
- ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

"Fin del documento"

Código del Formato: RT1-5.10-01 Rev:N°06 Fecha : 02/01/2019

Cajamarca, 11 de Noviembre de 2019.

LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA



2 de 2

"LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA - GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA ASEGURA LA CONFIABILIDAD DE LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME DE ENSAYO"
JR. LUIS ALBERTO SÁNCHEZ S/N. URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA - PERÚ
e-mail: laboratoriodelagua@regioncajamarca.gob.pe FONDO: 599000 anexo 1140

Figura 32. Concentración de parámetros evaluados en laboratorio el 30/10/2019



LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA



LABORATORIO DE ENSAYO ACREDITADO POR EL
ORGANISMO PERUANO DE ACREDITACIÓN INACAL- DA
CON REGISTRO N° LE-084

INFORME DE ENSAYO N° IE 1119977

DATOS DEL CLIENTE/USUARIO


Razon Social/Usuario **FLOR IDELSA FUSTAMANTE IDROGO**
Dirección **Av. Tacabamba N° 160_ Chota**
Persona de contacto - Correo electrónico **fustamanteflor0796@gmail.com**

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha del Muestreo **29.11.19** Hora de Muestreo **08:28 a 10:35**
Tipo de Muestreo **Puntual**
Número de Muestras **03 Muestras** N° Frascos x muestra **02**
Ensayos solicitados **Fisicoquímicos y Biológicos**
Breve descripción del estado de la muestra **Las muestras cumplen con los requisitos de volumen y preservación.**
Responsable de la toma de muestra **Las muestras fueron tomadas por el Usuario**
Procedencia de la Muestra: **"EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE LOS PARÁMETROS FÍSICO-QUÍMICOS Y MICROBIOLÓGICOS PARA DETERMINAR LA CALIDAD DE AGUA DE CATEGORÍA III EN LA QUEBRADA SAN MATEO, CHOTA-2019"**

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato **SC - 1337** Cadena de Custodia **CC - 977 - 19**
Fecha y Hora de Recepción **29.11.19 16:44** Inicio de Ensayo **29.11.19 17:10**
Reporte *Final de* Resultados **11.12.19 11:00**


Ing. Edder Miguel Neyra Jaico
Responsable de Oficina
CIP: 147028

LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA

Cajamarca, 12 de Diciembre de 2019.

1 de 2

"LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA - GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA ASEGURA LA CONFIABILIDAD DE LOS RESULTADOS PRESENTADOS EN ESTE INFORME DE ENSAYO"
JR. LUIS ALBERTO SÁNCHEZ S/N. URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA - PERÚ
e-mail: laboratorio@regioncajamarca.gob.pe FONDO: 590000 anexo 1140

Figura 33. Datos generales de las muestras tomadas el 30/11/2019 en las 03 estaciones de muestreo



INFORME DE ENSAYO N° IE 1119977

ENSAYOS			QUIMICOS y MICROBIOLÓGICOS			
Código Cliente	QSmad.01	QSmad.02	QSmad.03	-	-	-
Código Laboratorio	1119977-01	1119977-02	1119977-03	-	-	-
Matriz	NATURAL	NATURAL	NATURAL	-	-	-
Descripción	Superficial	Superficial	Superficial	-	-	-
Localización de la Muestra	Chota	Chota	Chota	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados			
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg O ₂ /L	2.6	<LCM	53.1	39.7	-
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	1.8	54 x 10 ²	54 x 10 ⁵	35 x 10 ⁶	-

Leyenda: LCM: Límite de cuantificación del Método, valor <LCM significa que la concentración del analito es mínima (trazas)

Nota: Los Resultados <1.8 y <1: significa que el resultado es equivalente a cero, no se aprecian estructuras biológicas en la muestra.

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizados
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 22nd Ed. 2012: Biochemical Oxygen Demand (BOD), 5-Day BOD Test
Coliformes Termotolerantes	NMP/100mL	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 A,B,C,E. 23rd Ed. 2017: Multiple - Tube Fermentation Technique for Members of the Coliform Group. Fecal Coliform Procedure.

NOTAS FINALES

- (*) Los métodos indicados no han sido acreditados por el INACAL - DA. NA: No aplica
- (**) Los Resultados son referenciales, fueron procesados fuera del tiempo estipulado por el método.
- ✓ Los resultados indicados en este informe concierne única y exclusivamente a las muestras recibidas y sometidas a ensayo en este Laboratorio Regional del Agua.
- ✓ La reproducción parcial de este informe no está permitida sin la autorización por escrito del Laboratorio Regional del Agua, su autenticidad será válida sólo si tiene firma y sello original. Este informe no será válido si presenta tachaduras o enmiendas.
- ✓ Los resultados del informe no deben ser utilizados como una certificación de conformidad con normas de productos o como certificado del sistema de calidad de la entidad que la produce.
- ✓ Los materiales o muestras sobre los que se realicen los ensayos se conservaran en Laboratorio Regional del Agua, durante el tiempo indicado de preservaciones posteriores a la emisión del informe, por lo que toda comprobación o reclamación que en su caso, deseara efectuar el solicitante, se deberá ejercer en el plazo indicado.
- ✓ Este documento al ser emitido sin el símbolo de acreditación, no se encuentra dentro del marco de la acreditación otorgada por INACAL-DA.

"Fin del documento"

Código del Formato: RT1-5.10-01 Rev.N°06 Fecha : 02/01/2019

Cajamarca, 12 de Diciembre de 2019.

LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA



2 de 2

Figura 34. Concentración de parámetros evaluados en laboratorio el 30/11/2019