

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

ESCUELA DE POSGRADO



**UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS AGRARIAS**

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS

TESIS:

**EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS DEL AGUA
DE LA QUEBRADA GRANDE POR EFECTO DE LA CONTAMINACIÓN
CON LOS LIXIVIADOS EN EL DISTRITO DE SUCRE – 2018**

Para optar el Grado Académico de

MAESTRO EN CIENCIAS

MENCIÓN: GESTIÓN AMBIENTAL

Presentada por:

Bachiller: DIANA ZEGARRA CHÁVEZ

Asesor:

Dr. HUGO MOSQUEIRA ESTRAVER

Cajamarca - Perú

2022

COPYRIGHT © 2022 by
DIANA ZEGARRA CHÁVEZ
Todos los derechos reservados

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA

ESCUELA DE POSGRADO



UNIDAD DE POSGRADO DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS

TESIS APROBADA:

EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS DEL AGUA DE LA QUEBRADA GRANDE POR EFECTO DE LA CONTAMINACIÓN CON LOS LIXIVIADOS EN EL DISTRITO DE SUCRE - 2018

Para optar el Grado Académico de

MAESTRO EN CIENCIAS

MENCIÓN: GESTIÓN AMBIENTAL

Presentada por:

Bachiller: DIANA ZEGARRA CHÁVEZ

JURADO EVALUADOR

Dr. Hugo Mosqueira Estraver
Asesor

Dr. Elfer Germán Miranda Valdivia
Jurado Evaluador

Dra. Consuelo Belania Plasencia Alvarado
Jurado Evaluador

Dr. Marco Antonio Rivera Jacinto
Jurado Evaluador

Cajamarca – Perú

2022



Universidad Nacional de Cajamarca
LICENCIADA CON RESOLUCIÓN DE CONSEJO DIRECTIVO N° 080-2018-SUNEDU/CD

Escuela de Posgrado

CAJAMARCA - PERU



PROGRAMA DE MAESTRÍA EN CIENCIAS

ACTA DE SUSTENTACIÓN VIRTUAL DE TESIS

Siendo las 5 pm del día 23 de febrero de dos mil veintidós, reunidos a través de meet.google.com/ose-dumr-gpq creado por la Unidad de Posgrado de la Facultad de Ciencias Agrarias, de la Universidad Nacional de Cajamarca, el Jurado Evaluador presidido por el **Dr. ELFER GERMÁN MIRANDA VALDIVIA**, **Dra. CONSUELO BELANIA PLASENCIA ALVARADO**, **Dr. MARCO ANTONIO RIVERA JACINTO** y en calidad de Asesor el **Dr. HUGO MOSQUEIRA ESTRAYER**. Actuando de conformidad con el Reglamento Interno de la Escuela de Posgrado de la Universidad Nacional de Cajamarca y la Directiva para la Sustentación de Proyectos de Tesis, Seminarios de Tesis, Sustentación de Tesis y Actualización de Marco Teórico de los Programas de Maestría y Doctorado, se dio inicio a la Sustentación de la Tesis titulada: **EVALUACIÓN DE LOS PARÁMETROS FÍSICOS, QUÍMICOS DEL AGUA DE LA QUEBRADA GRANDE POR EFECTO DE LA CONTAMINACIÓN CON LOS LIXIVIADOS EN EL DISTRITO DE SUCRE - 2018**, presentada por la **Bach. en Ciencias Ambientales DIANA ZEGARRA CHÁVEZ**.

Realizada la exposición de la Tesis y absueltas las preguntas formuladas por el Jurado Evaluador, y luego de la deliberación, se acordó...**Aprobar...** con la calificación de15 (Quince) la mencionada Tesis; en tal virtud, la **Bach. en Ciencias Ambientales DIANA ZEGARRA CHÁVEZ**, está apta para recibir en ceremonia especial el Diploma que la acredita como **MAESTRO EN CIENCIAS**, de la Unidad de Posgrado de la Facultad de Ciencias Agrarias, con Mención en **GESTIÓN AMBIENTAL**.

Siendo las 6.45 pm.. horas del mismo día, se dio por concluido el acto.

.....
Dr. Hugo Mosqueira Estrayer
Asesor

.....
Dr. Elfer Germán Miranda Valdivia
Jurado Evaluador

.....
Dra. Consuelo Belania Plasencia Alvarado
Jurado Evaluador

.....
Dr. Marco Antonio Rivera Jacinto
Jurado Evaluador

DEDICATORIA

Mi familia que me apoyo en los momentos importantes,
Que son el motor y motivo de mi tesis para
Cumplir mis metas soñadas.

AGRADECIMIENTO

A la Escuela de Post Grado de la Universidad Nacional de Cajamarca por permitir desarrollarme académicamente.

Agradezco de manera especial a mi asesor de tesis Dr. Hugo Mosqueira Estraver, quien con su conocimiento y apoyo me supo guiar en el desarrollo de la investigación hasta su culminación.

También agradezco a todos los docentes y amigos que me brindaron su apoyo y confianza incondicional para la recolección de información.

ÍNDICE GENERAL

Pág.

DEDICATORIA	v
AGRADECIMIENTO.....	vi
ÍNDICE GENERAL	vi
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xiii
LISTA DE ABREVIACIONES.....	xv
RESUMEN	xvi
ABSTRACT	xvii
CAPÍTULO I	1
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO II	3
MARCO TEÓRICO	3
2.1 Antecedentes de la investigación	3
2.2 Bases Teóricas	9
2.2.1 Calidad del agua	9
2.2.2 Calidad de agua superficial	9
2.2.3 El agua y la actividad humana.....	10
2.2.4 Alteración del sistema hídrico	10
2.2.5 Contaminación de las aguas superficiales.....	11

2.2.6	Fuentes de contaminación puntuales	11
2.2.7	Fuentes de contaminación no puntuales	11
2.2.8	Contaminación de los ríos en el Perú.....	11
2.3.9	Lixiviado	12
2.2.10	Parámetros físico-químicos del agua.	13
2.2.11	Disposición final de los residuos sólidos urbanos	20
2.2.12	Estándares de Calidad Ambiental (ECAs)	21
2.2.13	Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales.	21
2.2.14	Base Legal	24
2.3	Definición de Términos Básicos.....	25
2.3.1	Quebrada	25
2.3.2	Residuos sólidos	25
2.3.3	Botadero controlado.....	25
2.3.4	Muestreo	25
2.3.5	Monitoreo de calidad de Agua	26
2.3.6	Punto de Monitoreo.....	26
2.3.7	Contaminación ambiental.....	26
2.3.8	Impacto Ambiental	26
2.3.9	Parámetros físicos.....	26
2.3.10	Parámetros químicos.....	27
CAPÍTULO III.....	28
MATERIALES Y MÉTODOS	28
3.1	Ubicación geográfica.....	28
3.1.1	Ubicación del área en estudio.....	29
3.2	Descripción de la zona de estudio	30

3.3	Materiales.....	31
3.3.1	Campo.....	31
3.3.2	Laboratorio.....	31
3.3.3	Gabinete.....	32
3.4	Metodología.....	32
3.4.1	Recolección de muestras de agua de la quebrada Grande.....	32
3.4.2	Análisis de laboratorio.....	33
3.4.2.1	Procedimientos para la determinación de los parámetros físicos, químicos.....	34
A.	Turbidez.....	34
B.	Sólidos totales disueltos.....	35
C.	Determinación de la alcalinidad.....	36
D.	Determinación de cloruros.....	37
E.	Determinación de sulfatos.....	37
3.5	Diseño experimental.....	39
CAPÍTULO IV.....		40
RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		40
4.1	Resultados.....	40
4.1.1	pH del agua en los dos puntos de muestreo.....	40
4.1.2	Temperatura del agua en los dos puntos de muestreo.....	42
4.1.3	Turbidez del agua en los dos puntos de muestreo.....	44
4.1.4	Sólidos totales disueltos del agua en los dos puntos de muestreo.....	45
4.1.5	Sólidos suspendidos totales del agua en los dos puntos de muestreo.....	47
4.1.6	Alcalinidad del agua en los dos puntos de muestreo.....	49
4.1.7	Cloruros del agua en los dos puntos de muestreo.....	51
4.1.8	Oxígeno disuelto del agua en los dos puntos de muestreo.....	53

4.1.9	Sulfatos del agua en los dos puntos de muestreo	54
4.1.10	Demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅)	56
4.1.11	Demanda química de oxígeno (DQO)	57
4.2	Interpretación de los análisis estadísticos	61
4.2.1	Prueba de homogeneidad de varianzas	61
4.2.2	Análisis de varianza para un factor – ANOVA.....	62
4.2.3	Subconjuntos homogéneos.....	64
CAPÍTULO V	70
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	70
5.1	Conclusiones	70
5.2	Recomendaciones	72
CAPÍTULO VI	73
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	73
CAPÍTULO VII	81
APENDICE	81
ANEXOS	84

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
Tabla 1. Caracterización y clasificación de los lixiviados.....	13
Tabla 2. Parámetros de los ECAs para agua de Categoría 3.....	22
Tabla 3. Ubicación de los puntos de muestreo.....	33
Tabla 4. Métodos de ensayo para cada parámetro	34
Tabla 5. Determinación de sulfatos.....	38
Tabla 6. Resultados del pH en el agua.	40
Tabla 7. Resultados de la temperatura en el agua.	44
Tabla 8. Resultados de la turbidez en el agua.	44
Tabla 9. Resultados de sólidos totales disueltos (STD) en el agua.....	45
Tabla 10. Resultados de los sólidos suspendidos totales (SST) en el agua.....	47
Tabla 11. Resultados de la alcalinidad en el agua.....	49
Tabla 12. Resultados de los cloruros en el agua.	51
Tabla 13. Resultados del oxígeno disuelto (OD) en el agua.....	53
Tabla 14. Resultados de los sulfatos en el agua.	55
Tabla 15. Resultados de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅) en el agua.	56
Tabla 16. Resultados de la demanda química de oxígeno (DQO) en el agua.....	57

Tabla 17. Comparación de los parámetros físico, químicos del agua de la quebrada Grande con los ECAs.....	60
Tabla 18. Prueba de homogeneidad de varianzas	61
Tabla 19. ANOVA de un factor.....	62
Tabla 20. Subconjuntos homogéneos -pH.....	64
Tabla 21. Subconjuntos homogéneos – Turbidez.....	64
Tabla 22. Subconjuntos homogéneos – Sólidos totales disueltos (STD).....	65
Tabla 23. Subconjuntos homogéneos – Sólidos suspendidos totales (SST).....	65
Tabla 24. Subconjuntos homogéneos – Alcalinidad.....	66
Tabla 25. Subconjuntos homogéneos – Cloruros.....	66
Tabla 26. Subconjuntos homogéneos – Oxígeno disuelto (OD).....	67
Tabla 27. Subconjuntos homogéneos – Sulfatos.....	67
Tabla 28. Subconjuntos homogéneos – Demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅).....	68
Tabla 29. Subconjuntos homogéneos – Demanda Química de oxígeno (DQO).....	68

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figuras 1. Ubicación geográfica del Distrito de Sucre.....	28
Figura 2. Ubicación de la quebrada Grande.....	29
Figura 3. Concentración del pH en el agua en los dos puntos de monitoreo.....	41
Figura 4. Concentración de Temperatura en el agua en los puntos de monitoreo.....	43
Figura 5. Concentración de Turbidez en el agua en los dos puntos de monitoreo.....	44
Figura 6. Concentración de los Sólidos totales disueltos (STD) en el agua en los dos puntos de monitoreo.....	46
Figura 7. Concentración de los Sólidos suspendidos totales (SST) en el agua en los dos puntos de monitoreo.....	48
Figura 8. Concentración de la Alcalinidad en el agua en los dos puntos de monitoreo.....	50
Figura 9. Concentración de Cloruros en el agua en los dos puntos de monitoreo.....	52
Figura 10. Concentración de Oxígeno disuelto en el agua en los dos puntos de monitoreo.....	53
Figura 11. Concentración de Sulfatos en el agua en los dos puntos de monitoreo.....	55
Figura 12. Concentración de la Demanda bioquímica de oxígeno (DBO ₅) en el agua en los dos puntos de monitoreo.....	56
Figura 13. Concentración de la Demanda química de oxígeno (DQO) en el agua en los dos puntos de monitoreo.....	58

Figura 14. Ubicación de la quebrada Grande frente al botadero Municipal	81
Figura 15. Muestreo del agua de la quebrada Grande antes de pasar frente del botadero.....	82
Figura 16. Muestreo del agua de la quebrada Grande despues de pasar frente del botadero	82
Figura 17. Muestras de agua de los parámetros físicos, químicos debidamente etiquetado y rotulado para su analisis.....	83
Figura 18. Muestras de agua del parametro Oxígeno disuelto (OD) debidamente etiquetado y rotulado para su analisis	83
Figura 19. Cadena de custodia de las muestras de agua	84

LISTA DE ABREVIACIONES

ECA:	Estándar de calidad ambiental.
MINAM:	Ministerio del Ambiente.
DBO ₅ :	Demanda bioquímica de oxígeno.
DQO:	Demanda química de oxígeno.
LMP:	Límites máximos permisibles.
OD:	Oxígeno disuelto.
SST:	Sólidos suspendidos totales.
STD:	Sólidos totales disueltos.
pH:	Potencial de hidrógeno.
LCM:	Límite de cuantificación del método.
UNT:	Unidades nefelométricas de turbiedad.
ANA:	Autoridad Nacional del Agua.

RESUMEN

Esta investigación tuvo como objetivo principal evaluar los parámetros físicos, químicos del agua de la quebrada Grande por efecto de la contaminación con lixiviados provenientes del botadero en el Distrito de Sucre 2018. Las muestras de agua fueron obtenidas en dos puntos ubicados en la quebrada Grande antes del botadero y después del botadero, obteniéndose 6 muestras de agua en la época de lluvia (enero, febrero y marzo) y 6 muestras de agua en época seca (abril, mayo y junio), luego fueron analizados en el Laboratorio Regional del Agua en Cajamarca, de los resultados siendo los valores más resaltantes el pH con un valor mínimo de 8,33 del punto 1 en el mes de enero y un valor máximo de 8,50 del punto 2 en el mes de marzo, oxígeno disuelto con un valor mínimo de 6,2 mg\L del punto 1 en el mes de mayo y un valor máximo de 7,2 mg\L del punto 2 en el mes de abril, DBO₅ y DQO el valor mínimo fue <2,6 mg\L del punto 1 y 2 en el mes de enero y el máximo obteniéndose 1,38 mg\L y 4,14 mg/L del punto 2 en el mes de febrero. Se concluyó que los resultados obtenidos no superaron los valores de los ECAs para agua de categoría III, en las aguas de la quebrada Grande por efecto de los lixiviados del botadero del Distrito de Sucre. Por lo tanto, es aceptable para riego de vegetales y bebida de animales.

Palabras Claves: Contaminación, lixiviado, alcalinidad, ECA.

ABSTRACT

The main objective of this research was to evaluate the physical and chemical parameters of the water from the Grande creek due to the effect of contamination with leachates from the dump in the District of Sucre 2018. The water samples were obtained at two points located in the Grande creek before from the dump and after the dump, obtaining 6 water samples in the rainy season (January, February and March) and 6 water samples in the dry season (April, May and June), then they were analyzed at the Regional Water Laboratory in Cajamarca, of the results, the most outstanding values being the pH with a minimum value of 8,33 from point 1 in the month of January and a maximum value of 8,50 from point 2 in the month of March, dissolved oxygen with a value minimum of 6,2 mg\L from point 1 in the month of May and a maximum value of 7,2 mg\L from point 2 in the month of April, BOD5 and COD the minimum value was <2,6 mg\L of point 1 and 2 in the month of January and the maximum obtaining 1,38 mg\L and 4,14 m g/L of point 2 in the month of FeIt was concluded that the results obtained did not exceed the values of the ECAs for category III water, in the waters of the Grande creek due to the effect of leachate from the Sucre District dump. Therefore, it is acceptable for watering vegetables and drinking animals.

Key Words: Pollution, leachate, alkalinity, ECA.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

El agua es fuente esencial para mantener la vida y la salud de los seres vivos por lo cual es necesario consumir agua en condiciones físico-químicas y biológicas aceptables que garanticen la buena salud (Martínez, 2017).

Uno de los problemas ambientales alarmantes y que ocasiona efectos sobre el recurso agua, es la generación de lixiviados procedentes de la disposición final de los residuos sólidos en un botadero o relleno sanitario. Estos lixiviados emanados generalmente por la carga orgánica presente en los residuos sólidos se encuentran en mayores volúmenes por la influencia de factores climáticos como la precipitación y temperatura (Gómez, 2018).

Los lixiviados generados en el botadero del Distrito de Sucre, no son tratados. Además de ser un problema a largo plazo, no hay un control eficiente de los lixiviados del botadero. Las autoridades encargadas de la disposición final de los residuos sólidos urbanos no implementan y/o construyen un relleno sanitario, incumpliendo la Ley N° 27314; la cual exige que los residuos sólidos urbanos deben disponerse en rellenos sanitarios.

El botadero del Distrito de Sucre está ubicado en el caserío Conga de Urquía a 50 metros de la quebrada Grande y se encuentra en funcionamiento desde el año 2010 hasta la actualidad. El total de los residuos sólidos urbanos generados por la población de Sucre es de 800 kg/ día y la generación per cápita fue 0,35 kg/habitante/día, en el año 2018, de acuerdo al estudio del Plan de

Manejo de Residuos Sólidos realizados por la Municipalidad Distrital de Sucre. Actualmente el botadero se ha convertido en una fuente de contaminación que altera el estado del medio ambiente.

Los pobladores del Distrito de Sucre, utilizan el agua de la quebrada Grande para la bebida de sus animales y para riego de sus cultivos, siendo este recurso hídrico utilizado por la población del caserío Conga de Urquí. El botadero está ubicado cerca a la quebrada Grande y podría contaminar el agua de la quebrada y el ambiente. Además, se desconoce la calidad del agua.

El presente trabajo de investigación, tiene por finalidad realizar la evaluación de los parámetros físicos químicos del agua de la quebrada Grande por efecto de la contaminación con los lixiviados; y servirá como una línea de base para futuros trabajos de investigación en el tema de tratamiento de aguas con lixiviados.

Se planteó el problema ¿Cuál es el resultado de la evaluación de los parámetros físicos, químicos del agua de la Quebrada Grande por efecto de la contaminación con los lixiviados en el distrito de Sucre - 2018?

El Objetivo general fue, evaluar los parámetros físicos, químicos del agua de la quebrada Grande por efecto de la contaminación con los lixiviados en el Distrito de Sucre 2018; los Objetivos específicos fueron: Determinar los parámetros físicos, químicos del agua de la quebrada Grande antes de pasar del botadero de la ciudad de Sucre y Determinar los parámetros físicos, químicos del agua de la quebrada Grande después de pasar frente del botadero de la ciudad de Sucre.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de la investigación

Asimismo, Montalvo y Quispe (2020), en su trabajo de investigación “Estudio de la calidad del agua en la quebrada de la comunidad San José de Canay, Cajamarca en el año 2019” tuvieron el objetivo determinar la calidad del agua de la quebrada de la comunidad San José de Canay, Cajamarca en el año 2019, debido a que es una zona vulnerable a la alteración por lixiviados que provienen del relleno sanitario. Para ello, fue empleado la metodología de identificación de puntos de muestreo para el mes de julio y noviembre, el primer punto (M5M6) , ubicándose en el ingreso de las aguas que discurren de un riachuelo cercano del relleno sanitario hacia la quebrada principal, y el segundo punto ubicado a la salida de la quebrada (M7M8 A02), mientras que para el mes de noviembre fueron identificados dos puntos: Al inicio y salida de la quebrada A01 y A02, respectivamente. Y fueron evaluados los parámetros fisicoquímicos y biológicos del agua, tales como: Aniones – Metales Disueltos y Totales y Coliformes Termotolerantes, luego fueron comparados con los Estándares de Calidad Ambiental para la categoría 3. Riego y Bebida de animales. Como resultado concluyeron que la calidad del agua en la quebrada es buena y no está alterada por los lixiviados generados en el relleno sanitario que discurren a través de una quebrada y cumplen con las condiciones para riego y bebida de animales, siendo apta su uso en esta categoría sin riesgo de contaminación.

Díaz, Tarrillo y Campos (2020), en su investigación “la caracterización y evaluación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas de la Quebrada Colpamayo-Chota”, El objetivo del estudio fue caracterizar y evaluar los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas de la quebrada en seis estaciones de muestreo (EM) en las temporadas de estiaje (junio), transición estiaje-lluvia (octubre) y época lluviosa (noviembre). Se determinó que de las seis estaciones de muestreo, cinco no cumplieron con la norma de Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua en la categoría III (ECA-agua. Cat. III). Asimismo, la *Escherichia coli* (E. coli) presentaron valores muy elevados en la EM5 con 12,105 Número Más Probable (NMP) en 100 m/L, la concentración de los coliformes termotolerantes evidenciaron en mayor grado en la EM5 con un valor extremo de 31,105 NMP 100 mL. Los parámetros fisicoquímicos de pH, temperatura, conductividad eléctrica (CE) y bicarbonatos estuvieron dentro de los rangos establecidos en la norma. La Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO₅) y Demanda Química de Oxígeno (DQO) presentaron valores altos en la EM3 con 41 mg/L DBO₅ y 78,43 mg/L DQO sobrepasando los Estándares de calidad. El Oxígeno Disuelto (OD) fue óptimo en la EM1 y presentó valores bajos en la EM3 con 3,01 mg/L y en la EM5 con 2,98 mg/L. Los valores más altos de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos fueron en la época de estiaje, reduciéndose en épocas de lluvia como el pH, la temperatura, la conductividad y los bicarbonatos estuvieron de los ECAs de Cat. III; y el DBO₅ y DQO presentaron valores más altos en EM 3 (41mg/L DBO₅ y 78,43 mg/L DQO), sobrepasando en gran medida los Estándares, el OD fue óptimo en EM1 y presentaron valores muy bajos en EM 3 (3,01 mg/L) y EM 5 (2,98 mg/L).

Reátegui (2017), en su trabajo de investigación “Determinación de la calidad del agua de la Laguna Azul, influenciado por la actividad agrícola en la quebrada Pucayacu, Distrito de Sauce, Provincia San Martín, 2016” los datos se recolectaron durante 4 meses en la desembocadura de la quebrada Pucayacu en la Laguna Azul y fueron analizados los 10 parámetros (temperatura, pH, turbidez, sólidos totales disueltos, nitratos, fosfatos, oxígeno disuelto, demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅), demanda química de oxígeno (DQO), coliformes totales), considerando que por cada muestra utilizaron 500 mL. Se realizó una comparación simple para determinar la relación que existe entre la calidad del agua y la utilización de agroquímicos en la zona de estudio; los cuales fueron necesarios para calcular su calidad, mediante la teoría de pesos asignados de Brown, encontrando el valor igual a 59,98. Según los resultados obtenidos los parámetros temperatura, pH, turbidez presentaron concentraciones con tendencia a la variación entre estaciones y épocas del año. Igualmente quedaron demostrado que los parámetros de turbidez, DBO₅, superaron lo establecido por el Estándar de Calidad Ambiental para el Agua (DS 004- 2017-MINAM), pero tuvieron sus variaciones como las actividades que se realizaron por algunos meses. Concluyeron que la calidad del agua de la quebrada Pucayacu estando dentro de la clasificación de agua regular; siendo poco apta para consumo humano.

Chuquimbalqui (2017), en su investigación “Determinación de los parámetros físico-químicos y biológicos del agua del río Tío Yacu, para uso recreacional y riego de vegetales, del Distrito de Elías Soplín Vargas – Rioja, 2015”. Se tomaron muestras de agua del río Tío Yacu, ubicado en el distrito de Elías Soplín Vargas de la Provincia de Rioja; para determinar los parámetros físicos, químicos y biológicos tales como oxígeno disuelto, coliformes fecales, pH, demanda bioquímica de oxígeno, temperatura, fosfato, nitratos, turbidez, sólidos totales disueltos; de aquella agua, para

uso recreacional y riego de vegetales mediante el uso en la agricultura para analizar, comparar y constatar cómo influye en los parámetros establecidos por los estándares de calidad ambiental luego se obtuvieron como resultados los valores promedios de los parámetros examinados de todas las muestras: oxígeno disuelto OD (8,94 mg/L), pH (7,39 pH), demanda bioquímica de oxígeno DBO₅ (0,59 mg/L), temperatura (18°C), turbiedad (4,32 UNT) y sólidos totales disueltos (204,24 ppm). Concluyó que cumple con los estándares de calidad ambiental para agua para uso recreacional y el riego de vegetales.

Teves (2016), en su investigación denominada “Estudio fisicoquímico de la calidad del agua del río Caca, Región Lima”, con una metodología de muestreo en dos épocas, una de lluvia (diciembre a marzo) y otra de sequía (julio a septiembre) en el río Caca, en E2, E3, E4, E5, E6; los parámetros estudiados fueron comparados con los Estándares de Calidad Ambiental- ECAs - agua para riego de vegetales y bebidas de animales, según la Resolución Jefatural N° 202-2010-ANA. Los parámetros que determinaron en el laboratorio fueron DQO, ST, sólidos sedimentables (SS), STS y STD, cloruros, bicarbonatos, carbonatos, nitratos, sulfatos; como resultado obtuvieron que la mayor concentración de DQO es (3,62 mg/L), de igual manera para nitratos y sulfatos los valores máximos fueron de 2,23mg/L y 45,63 mg/L respectivamente; el análisis de metales demostró que en todas las estaciones de muestreo las concentraciones de aluminio, hierro, magnesio, cobre, aluminio, zinc, cadmio y plomo estuvieron por debajo de los valores de los ECA para agua – Categoría 3. De la investigación concluyó que los parámetros estudiados en el río Caca no sobrepasaron los niveles establecidos en el Estándar Nacional de Calidad Ambiental para agua destinada a riego de vegetales y bebida de animales, con excepción del DQO que lo superó mínimamente, caracterizando las aguas del río Caca como básicas que tienden a la

neutralidad, con bajo contenido de iones disueltos, bien oxigenadas, con un bajo contenido de sólidos suspendidos y materia orgánica.

Según Díaz (2018), en su investigación “Determinación de la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua de la quebrada Chupishiña, Distrito de Rumisapa, Provincia de Lamas y región San Martín”, realizaron la frecuencia del monitoreo por dos temporadas; en la época de avenida en abril del 2018 y en la época de estiaje en julio. Se consideró tres puntos de monitoreo (QChup1, QChup2 y QChup3), las muestras de agua se recolectaron siguiendo la metodología del protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de los recursos hídricos superficiales de la Autoridad Nacional del Agua. Los parámetros de campo se midieron in situ utilizando un Multiparamétrico. La concentración de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos fueron analizados en el laboratorio Environmental Quality Analytical Services S.A., siguiendo los métodos analíticos de laboratorio (APHA) y NMP/100 mL. Los resultados fueron comparados con el D.S. N° 004-2017-MINAM. Los parámetros de campo del agua de la Quebrada Chupishiña, cumplieron con el estándar de calidad ambiental para aguas superficiales para riego de vegetales y bebida de animales en las épocas del año de avenida y estiaje son: pH, conductividad eléctrica, temperatura. El oxígeno disuelto (OD) no cumplió el ECA en los 3 puntos durante la época de avenida en el mes de abril en la subcategoría D1 (riego de vegetales). De los dos parámetros microbiológicos (Coliformes Termotolerantes y *Escherichia coli*), ninguno cumplió los ECA para aguas superficiales en la categoría 3. Concluyó que la calidad del agua de la Quebrada Chupishiña únicamente cumplen los parámetros fisicoquímicos en invierno los resultados microbiológicos superan el estándar de calidad ambiental.

Según Izquierdo (2016), en su investigación “Evaluación de la calidad ambiental de las fuentes de agua en el área de influencia del botadero municipal de la ciudad de Yurimaguas, Región Loreto - 2015”. El objetivo fue evaluar la calidad del agua en cuatro fuentes de agua presentes en la zona y la posible contaminación que podrían estar causando estos lixiviados; para la determinación de los parámetros como: nitratos, Bicarbonatos, pH, Temperatura, Conductividad y Oxígeno Disuelto; Cadmio, Cromo y Plomo; DBO5, DQO, Nitritos, Coliformes Totales, Coliformes Termotolerantes, *Echericha Coli*. El monitoreo se realizó en cuatro puntos de muestreo de agua, el primer punto de muestreo se encuentra en una piscina natural donde se crían peces, el segundo punto de muestreo es una quebrada que sirve como bebedero para Ganado aproximadamente a 400 metros del Botadero Municipal, el tercer punto de muestreo es un aguajal que también sirve de bebedero de Ganado Vacuno, el cuarto punto de muestreo se ubica en la quebrada Simuy, que sirve también como bebedero de Ganado Vacuno y Equino, ubicado a unos 500 metros del Botadero Municipal, para luego compararlos con los ECAs para aguas de tipo 3. Este estudio se realizó entre los años 2013 a 2014. De los resultados de los análisis Fisicoquímicos se concluye que ninguno de los parámetros sobrepasa los valores establecidos en los ECAs para agua, categoría 3.

2.2 Bases Teóricas

2.2.1 Calidad del agua

Son las condiciones físico - químicas y microbiológicas en las que se encuentre un cuerpo de agua ya sea en estado natural o después de ser usado por el ser humano.

La calidad de aguas genera muchas preocupaciones alrededor del mundo; debido a que afecta su estado natural mediante la introducción de agentes contaminantes de origen antrópico, muchos de ellos muy agresivos y que por su naturaleza química son más difíciles de tratar (Coello et al.,2015). La calidad del agua es un término variable en función del uso concreto que se vaya a hacer de ella. Una determinada fuente de aguas puede tener la calidad necesaria para satisfacer los requerimientos de un uso en particular y al mismo tiempo, no ser apta para otro. Puesto que no existe un tipo de agua que satisfaga los requerimientos de calidad para cualquier uso concebible ni tampoco “un criterio único de calidad para cualquier fin”, el concepto de Calidad de Aguas, se aplica siempre en relación con un uso o aplicación previamente establecida (Meza, 2016).

La preservación de la integridad de las fuentes de agua, entendida como el mantenimiento de su estructura y función, implica conservar el balance natural de sus condiciones químicas, físicas y biológicas como un todo (Campos, 2013). Aunque determinar el estado ambiental de los ríos y quebradas es complejo para su protección o restauración, es de carácter fundamental conocer su estado actual. La calidad del agua está vinculada con la capacidad del recurso para responder al uso que se le quiera destinar (Tambo, 2015).

2.2.2 Calidad de agua superficial

La calidad del agua se refiere a las condiciones en que se encuentra el agua respecto a características físicas, químicas y biológicas, de una muestra de agua con directrices de calidad

de agua. Sin la acción humana, la calidad del agua vendría determinada por la erosión del substrato mineral, los procesos atmosféricos de evapotranspiración y sedimentación de lodos y sales, la lixiviación natural de la materia orgánica y los nutrientes del suelo por los factores hidrológicos, y los procesos biológicos en el medio acuático que pueden alterar la composición física y química del agua. Sin embargo, dependiendo de otros usos que se requieran para el agua, así se puede determinar la calidad del agua para dichos usos. La calidad del agua superficial es distinta según la estación. En verano, cuando hace más calor y hay más horas de sol, el agua de entrada o producto puede contener más material orgánico. El pH es también diferente durante el año (Hurtado, 2013).

2.2.3 El agua y la actividad humana

El agua dulce útil es imprescindible para la vida animal y vegetal, pero la cantidad disponible es escasa y se empeora con la explosión demográfica, problema que exige mayor cantidad de agua. La mayor cantidad de agua es requerida en la agricultura, el consumo industrial y doméstico. En los últimos años, se han abierto gran cantidad de áreas agrícolas dependientes del riego para y satisfacer la producción de alimentos (Rusbeth, 2019).

2.2.4 Alteración del sistema hídrico

Afecta las aguas superficiales y subterráneas, por los vertidos de la basura hacia los ríos y quebradas y por la mala disposición de los lixiviados, a consecuencia de los botaderos a cielo abierto estas descargas provocan el aumento de la carga orgánica y disminuyen el oxígeno disuelto, incrementado los niveles de nutrientes y algas que dan lugar al proceso de eutrofización en los cuerpos de agua y causando la muerte de peces, la generación de malos olores, el deterioro del aspecto estético y la pérdida del recurso agua como fuente de abastecimiento a pobladores (Rojas, 2016).

2.2.5 Contaminación de las aguas superficiales

La contaminación del agua es la alteración de la calidad del agua generada por actividad antrópica, convirtiéndola peligrosa para el consumo humano, industria, agricultura y actividades recreativas como para los animales domésticos y la vida natural (Ramírez, 2014).

2.2.6 Fuentes de contaminación puntuales

Contaminación puntual: Viene a ser aquella que vierte sus aguas en cuerpo natural. Al ser puntual se considera un punto que va a poder ser tratada o controlada. Van a estar comúnmente relacionadas a las industrias y las aguas negras municipales (Meza, 2016).

2.2.7 Fuentes de contaminación no puntuales

Contaminación difusa: Considerada como aquella contaminación producida en un área abierta, están comúnmente vinculada a las actividades de uso de tierra tales como, la agricultura, urbanizaciones, pastoreo y prácticas forestales (Meza, 2016).

2.2.8 Contaminación de los ríos en el Perú

La contaminación de los ríos es uno de los problemas graves que está afectando al planeta en general, porque estos son una reserva de agua dulce útil y se acentúa más el problema de escases debido al calentamiento global y la explosión demográfica. El Perú no está exceptuado de este problema, la contaminación de los ríos, que es uno de los más graves que se presenta. Las aguas son contaminadas por descargas domésticas con un contenido de parásitos y organismos patógenos. La contaminación, es la destrucción de los ecosistemas que conlleva a la desaparición de las especies naturales (flora y fauna). Aunque en el Perú existan leyes para la protección del recurso hídrico, no se hace nada o es insuficiente los medios para la aplicación de estas. (Rusbeth, 2019).

2.3.9 Lixiviado

Son considerados como un residuo líquido con un gran impacto ambiental, por su significativa concentración de amonio, materia orgánica y sales. Sin embargo, la composición de estos varía dependiendo de la naturaleza de los residuos, características del suelo, patrones de lluvia y en gran parte a la edad del relleno (Astorga, 2018).

- **Clasificación de Lixiviados**

Los lixiviados de un relleno sanitario se clasifican en función a su edad en lixiviado tipo I (jóvenes), II (Intermedio) y III (Viejos). Los lixiviados jóvenes tienen una alta concentración de materia orgánica biodegradable (DBO_5), que disminuye conforme aumenta la edad del relleno, debido a la descomposición anaeróbica. Además, presentan demanda química de oxígeno (DQO) mayores a 1500 mg/L. Poseen pH menores de 6.5 y N amoniacal menores a 400 mg/L, los cuales aumentan conforme al tiempo, por otro lado, la concentración de metales es superior a 2mg/L y con el tiempo se reduce esta concentración. En el caso de lixiviados viejos presentan pH mayores a 7.5, DQO menores a 5000 mg/L, N amoniacal mayores 400 mg/L y metales pesados menores a 2mg/L. (Ver tabla 1) (Astorga, 2018).

Tabla 1

Caracterización y clasificación de los lixiviados

Tipo de lixiviado	Joven	Intermedio	Viejo
Edad (Años)	<5	5-10	>10
Ph	<6,5	6,5-7,5	>7,5
DBO ₅ /DQO	>0,5	0,1-0,5	<0,1
DQO	>15000	5000-15000	<5000
N-NH ₃ (mg/L)	<400	–	>400
Metales pesados	>2	<2	<2

Fuente: Astorga, 2018

- **Impacto Ambiental de los Lixiviados**

El impacto más significativo de los lixiviados en los vertederos son la contaminación de aguas superficiales (ríos, lagos, lagunas, quebradas, océanos) y subterráneas (pozos, manantiales), por lo que constituye un peligro para la vida silvestre. La contaminación de aguas superficiales ocurre por la escorrentía de lixiviados provenientes de los sitios de disposición final de residuos sin tratamiento (Valderrama, 2018).

2.2.10 Parámetros físico-químicos del agua.

Estos parámetros dan una información química del agua y sus propiedades físicas, pero no señalan nada acerca del contaminante, por lo que muchos investigadores recomiendan la utilización de ambos en la evaluación del recurso hídrico. La ventaja de los métodos físico-químicos se basa en que el análisis suele ser más rápidos y pueden ser monitoreados con mayor frecuencia (Tamani, 2014).

A. Temperatura

La temperatura del agua es un parámetro muy importante dada su influencia, tanto sobre el desarrollo de la vida acuática como sobre las reacciones químicas y velocidades de reacción, así como la aptitud del agua para ciertos usos útiles. La temperatura es un indicador de la calidad del agua, que influye en el comportamiento de otros indicadores de la calidad del recurso hídrico, como el pH, el déficit de oxígeno, la conductividad eléctrica y otras variables físico-químicas (Puerta, 2019).

Cuando la temperatura aumenta, disminuye la concentración de oxígeno disuelto y si las aguas son deficientes en oxígeno, esto puede ocasionar la muerte de especies acuáticas, especialmente peces. También, la contaminación térmica puede causar trastornos en ecosistemas acuáticos ya que en algunos casos el rango de temperatura de estos, es sumamente restringido (Nizama, 2014).

B. Potencial de hidrógeno (pH)

En las cuencas hidrográficas donde escurren aguas naturales sin actividad antrópica, en cierta forma está determinado por la geología de la cuenca y se rige por los equilibrios dióxido de carbono (CO_2) - bicarbonato (NaHCO_3) – carbonato (CO_3^{2-}). El pH en la mayoría de las aguas varía entre 6,5 a 8,5 (turbulencia y aireación). La evolución química de muchos metales, su solubilidad del agua y biodisponibilidad están determinadas por el pH. Por tanto, es un parámetro de mucha importancia en la evaluación de la calidad del agua (Puerta, 2019). Asimismo, un pH menor de 7,0 indica acidez en el agua, cuanto menor sea el valor del pH mayor es la concentración de iones hidrógeno y mayor es la acidez. Por encima de un pH de 7,0 se tienen condiciones básicas en el agua. La concentración de iones hidrógeno es baja y se dice que el agua es alcalina. Cuando el pH es de 7,0 se dice que el pH es neutro y el agua no tiene

características ácidas ni alcalinas. En las aguas naturales y residuales el valor del pH está en el rango de 6,0 a 8,0 unidades de pH, y estos valores son los más adecuados para la actividad biológica de los ecosistemas (Nizama, 2014).

C. Turbidez

La turbidez generalmente está causada por sólidos suspendidos, donde se incluye limo, arcilla, algas y demás plánctones, microbios, materia orgánica, entre otras partículas delgadas insolubles. Altos niveles de turbidez en el agua disminuyen la capacidad de apoyar la diversidad de organismos acuáticos, debido a que aumenta la temperatura al sostener partículas que absorben el calor de los rayos del sol y el agua caliente conserva menos oxígeno que el agua fría, así al entrar menos luz disminuye la fotosíntesis necesaria para producir oxígeno (Triveño, 2016).

La turbidez del agua es un parámetro de importancia no solo porque es una característica de pureza en el agua a consumir. También la turbidez interfiere en procesos de tratamiento de las aguas como es en la desinfección con agentes químicos o con radiación ultravioleta, disminuyendo la efectividad biocida de éstos lo cual representa un riesgo en el consumidor (Nizama, 2014).

D. Sólidos totales disueltos (STD)

Los sólidos disueltos totales lo constituyen las sales que se encuentran presentes en el agua y que no pueden ser separados del líquido por algún medio físico, tal como: sedimentación, filtración entre otros. La presencia de estos sólidos no es detectable a simple vista, por lo que se puede tener un agua completamente cristalina con un alto contenido de sólidos disueltos (Nizama, 2014).

Los sólidos totales disueltos (STD) comprenden las sales inorgánicas, principalmente de calcio, magnesio, potasio y sodio, bicarbonatos, cloruros y sulfatos (Casilla, 2014); como consecuencia de la disolución de los minerales de las rocas del suelo durante su flujo de las partes altas hacia las bajas y pequeñas cantidades de materia orgánica que están disueltas en el agua (Robles et al., 2013).

La concentración total de sustancias o minerales disueltos es un parámetro útil para conocer las relaciones edáficas y la productividad en un cuerpo de agua natural; la mayoría de los ríos amazónicos, contienen sólidos totales disueltos (STD), mayores de 10 mg/L; los lagos y otros ríos, presentan valores entre 10 mg/L a 200 mg/L (Sotil y Igor, 2016).

E. Sólidos suspendidos totales (SST)

Constituidos por aquellos sólidos sedimentables, suspendidos y coloidales, cuyo tamaño de partícula no es superior a un micrómetro y que son retenidos sobre un filtro después de que ha sido secado a una temperatura específica (Argandoña y Masías, 2013).

Los sólidos en suspensión es el material que se encuentra en fase sólida en el agua en forma de coloides o partículas sumamente finas, y que causa en el agua la propiedad de turbidez. Cuanto mayor es el contenido de sólidos en suspensión, mayor es el grado de turbidez. Las partículas o sólidos suspendidos se componen de material orgánico e inorgánico. El material orgánico es principalmente algas o microorganismos y el inorgánico son: arcillas, silicatos, feldespatos, etc (Nizama, 2014).

Su presencia en los cuerpos de agua natural se relaciona con los factores estacionales y regímenes de caudal y es afectado por la precipitación. Su concentración varía de lugar a otro lugar, según sea la hidrodinámica del cauce, el suelo, la cubierta vegetal, el lecho, las rocas y

actividades antrópicas como la agricultura, minería, entre otros. Su evaluación en la calidad del agua es de mucha utilidad, se debe a que afecta la claridad del agua y la penetración de la luz, temperatura y el proceso de la fotosíntesis (Puerta, 2019).

F. Alcalinidad

La alcalinidad es un parámetro que determina la capacidad de un agua para neutralizar los efectos ácidos que sobre ella actúen. Los constituyentes principales de la alcalinidad son los bicarbonatos (NaHCO_3 , carbonatos (CO_3^{-2}), e hidróxidos (OH^-). La alcalinidad proviene de los minerales que se encuentran en forma de carbonato de sodio y bicarbonato de sodio (NaHCO_3) (Nizama, 2014).

La alcalinidad es de primordial importancia en algunos procesos que se llevan a cabo en sistemas de tratamiento de aguas, ya que entre otras características, la presencia de alcalinidad en sus diferentes formas es necesaria para evitar los cambios bruscos de pH, y también es un componente que forma parte de las reacciones químicas en procesos tales como la coagulación y floculación o en la precipitación de calcio y magnesio para remoción de la dureza por medio del proceso cal soda (Nizama, 2014).

G. Oxígeno disuelto

Es la concentración de oxígeno que se encuentra a una determinada presión y temperatura, es la cantidad de gas disuelto en un líquido, es proporcional a la presión que ejerce el oxígeno sobre el líquido (Pérez, 2017).

Es un parámetro importante para evaluar la calidad del agua superficial, su presencia en el agua se debe al aporte del oxígeno de la atmósfera y de la actividad biológica (fotosíntesis)

en la masa de agua. El oxígeno disuelto, es un parámetro ambiental vital, porque su evaluación permite informar y/o reflejar la capacidad recuperadora de un curso de agua y la subsistencia de la vida acuática (Puerta, 2019).

Las principales causas de desoxigenación del agua son las actividades de oxidación biológica y respiración de los seres vivos. El primer aspecto es el más importante y está relacionado con la presencia en el agua de los llamados “residuos con requerimiento de oxígeno”, que por un proceso de oxidación biológica van a consumirlo, degradándose ellos a distintas sustancias. Los compuestos oxidables pueden ser sustancias inorgánicas tales como nitritos, cloruros, sulfuros, hierro (II), pero la mayor parte son compuestos orgánicos biodegradables. La cantidad de OD en un cuerpo de agua se ve afectada por la temperatura, la cual influye en la velocidad de las reacciones químicas y biológicas que, generalmente, aumentan con un incremento de la temperatura (González et al., 2012).

H. Cloruros

El contenido de cloruro de las aguas naturales no suele sobrepasar los 50-60 mg/L, lo que indica que altas concentraciones de ion cloruro en las se debe a una contaminación por actividades antropogénicas capaz de perjudicar el crecimiento de las especies vegetales, provocando quemaduras en las hojas, además de causar dificultades en la absorción de nutrientes como el nitrógeno y el fósforo (Casilla, 2014).

I. Sulfatos (SO₄)

Los sulfatos suelen ser sales solubles en agua, por lo que se distribuyen ampliamente en la naturaleza y pueden presentarse en las aguas naturales en un amplio intervalo de concentraciones, su origen se debe fundamentalmente a los procesos de disolución de las tizas, existentes en el terreno, en el agua subterránea (Bustamante, 2015).

Algunos minerales que contienen sulfato son: el sulfato de sodio, sulfato de magnesio, y sulfato de calcio y se utilizan comercialmente, sobre todo en las industrias químicas y se descargan a través de los desechos industriales y de los depósitos atmosféricos; no obstante, las mayores concentraciones se dan por lo común en las aguas subterráneas, éstas se forman al moverse el agua a través de formaciones rocosas y suelos que contienen minerales sulfatados, una parte del sulfato se disuelve en las aguas subterráneas (Severiche y Gonzales, 2012).

J. Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅)

Corresponde a la cantidad de oxígeno necesario para descomponer la materia orgánica por acción bioquímica aerobia expresados en mg/L; esta demanda es ejercida principalmente por sustancias carbonadas, nitrogenadas y ciertos compuestos químicos reductores; es decir, se define como la cantidad de oxígeno utilizado por poblaciones de microorganismos heterótrofos para oxidar compuestos orgánicos en la oscuridad a 20°C durante el transcurso de 5 días (Déniz, 2010).

Es un parámetro relacionado como aporte de la materia orgánica, mide la cantidad de oxígeno requerida por los microorganismos para oxidar, degradar o estabilizar la materia orgánica en condiciones aeróbicas, su determinación es en base a la oxidación natural de degradación (Puerta, 2019). Las aguas naturales generalmente tienen valores muy bajos de DBO₅, pero es muy conveniente medir este parámetro sobre todo cuando la fuente de suministro es un agua de dudosa calidad, ya que este parámetro es una de las más importantes en el control de contaminación en aguas, (Nizama, 2014).

El valor del parámetro de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) se expresa con mayor frecuencia en miligramos de oxígeno consumido por litro de muestra durante 5 días de

incubación a 20°C y se usa a menudo como un sólido sustituto del grado de contaminación orgánica del agua (Cisterna y Peña, 2017).

K. Demanda química de oxígeno (DQO)

La DQO es la cantidad de oxígeno que consume las sustancias o materiales orgánicos reductores presentes en el agua sin la intervención de microorganismos. Esta prueba al igual que la DBO₅ es ampliamente usada para medir el grado de polución de aguas residuales ya sean domesticas o industriales (Ocampo, 2013).

La demanda química de oxígeno es un parámetro importante al igual que la DBO₅, proporciona un índice para evaluar el efecto que las aguas residuales vertidas tendrán en el ambiente receptor. Los niveles más altos de DQO significan una mayor cantidad de material orgánico oxidable en la muestra, lo que reducirá los niveles de oxígeno disuelto (OD). Una reducción en (OD) puede conducir a condiciones anaeróbicas, que es perjudicial para formas de vida acuáticas más altas (Astonitas, 2018).

2.2.11 Disposición final de los residuos sólidos urbanos

Los residuos deben alcanzar un punto o estado “inerte” de manera tal que las emisiones del relleno sanitario sean compatibles con el ambiente por periodos a largo plazo independientemente de las capacidades de atenuación de los materiales a su alrededor.

Se debería conseguir que cada generación maneje sus residuos, para que no afecte de ninguna forma a las generaciones futuras.

Los rellenos sanitarios deben alcanzar un estado inerte de disposición final entre 25-30 años después de la disposición final (Martínez, 2017).

2.2.12 Estándares de Calidad Ambiental (ECAs)

Los estándares de calidad ambiental (ECAs) son instrumentos de gestión ambiental o indicadores de calidad ambiental que miden la concentración de elementos, sustancias, parámetros físicos, químicos y biológicos, presentes en el aire, agua o suelo, pero que no representan riesgo significativo para la salud de las personas ni al ambiente que buscan regular y proteger la salud pública y la calidad ambiental en que vivimos, permitiéndole a la autoridad ambiental desarrollar acciones de control, seguimiento y fiscalización de los efectos causados por las actividades humanas (MINAM, 2017).

2.2.13 Categoría 3: Riego de vegetales y bebida de animales.

A. Subcategoría D1: Riego de vegetales

Son aquellas aguas utilizadas para el riego de los cultivos vegetales, las cuales, dependiendo de factores como el tipo de riego empleado en los cultivos, la clase de consumo utilizado (crudo o cocido) y los posibles procesos industriales o de transformación a los que puedan ser sometidos los productos agrícolas (MINAM, 2017).

B. Subcategoría D2: Bebida de animales

Son aquellas aguas utilizadas para bebida de animales mayores como ganado vacuno, equino o camélido, y para animales menores como ganado porcino, ovino, caprino, cuyes, aves y conejos (MINAM, 2017).

En la tabla 2 se muestran los parámetros de los ECAs para agua de Categoría 3 de acuerdo a la subcategoría D1: Riego de vegetales y la subcategoría D2: Bebida de animales.

Tabla 2

Parámetros de los ECAS para agua de Categoría 3.

Parámetros	Unidad de medida	D1: Riego de vegetales	D2: Bebida de animales
Agua para riego no restringido (c)	Agua para riego restringido	Bebida de animales	
Aceites y Grasas	mg/L	5	10
Bicarbonatos	mg/L	518	**
Cianuro Wad	mg/L	0,1	0,1
Cloruros	mg/L	500	**
Color (b)	Color verdadero Escala Pt/Co	100 (a)	100 (a)
Conductividad	(μ S/cm)	2 500	5 000
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	15	15
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	40	40
Detergentes (SAAM)	mg/L	0,2	0,5
Fenoles	mg/L	0,002	0,01
Fluoruros	mg/L	1	**
Nitratos (NO ₃ --N) + Nitritos (NO ₂ --N)	mg/L	100	100
Nitritos (NO ₂ --N)	mg/L	10	10
Oxígeno Disuelto (valor mínimo)	mg/L	≥ 4	≥ 5
Potencial de Hidrógeno (pH)	Unidad de pH	6,5 – 8,5	6,5 – 8,4
Sulfatos	mg/L	1 000	1 000

Temperatura	°C	Δ 3	Δ 3
INORGÁNICOS			
Aluminio	mg/L	5	5
Arsénico	mg/L	0,1	0,2
Bario	mg/L	0,7	**
Berilio	mg/L	0,1	0,1
Boro	mg/L	1	5
Cadmio	mg/L	0,01	0,05
Cobre	mg/L	0,2	0,5
Cobalto	mg/L	0,05	1
Cromo Total	mg/L	0,1	1
Hierro	mg/L	5	**
Litio	mg/L	2,5	2,5
Magnesio	mg/L	**	250
Manganeso	mg/L	0,2	0,2
Mercurio	mg/L	0,001	0,01
Níquel	mg/L	0,2	1
Plomo	mg/L	0,05	0,05
Selenio	mg/L	0,02	0,05
Zinc	mg/L	2	24

Fuente: Diario Oficial El Peruano. Decreto Supremo N° 004-2017- MINAM. Estándares de Calidad Ambiental para Agua (2017).

(a): Para aguas claras. Sin cambio anormal (para aguas que presentan coloración natural).

(b): Después de filtración simple.

(c): Para el riego de parques públicos, campos deportivos, áreas verdes y plantas ornamentales, sólo aplican los parámetros microbiológicos y parasitológicos del tipo de riego no restringido.

$\Delta 3$: Significa variación de 3 °C respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

- El símbolo ** dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.

- Los valores de los parámetros se encuentran en concentraciones totales, salvo que se indique lo contrario (MINAM, 2017).

2.2.14 Base Legal

- **Ley General del Ambiente N° 28611**

La presente Ley General del Ambiente establece que toda persona tiene el derecho irrenunciable a vivir en un ambiente saludable, equilibrado y adecuado para el pleno desarrollo de la vida, y el deber de contribuir a una efectiva gestión ambiental de proteger el ambiente, así como sus componentes, asegurando particularmente la salud de las personas en forma individual y colectiva, la conservación de la diversidad biológica, el aprovechamiento sostenible de los recursos naturales y el desarrollo sostenible del país.

- **D.S. N°004-2017-MINAM**

De acuerdo a la normativa del D.S. N°004-2017-MINAM- ECAs para agua, nos menciona que el Artículo 1.- Tiene por objeto compilar las disposiciones aprobadas mediante el Decreto Supremo N° 002-2008-MINAM, el Decreto Supremo N° 023-2009-MINAM y el Decreto Supremo N° 015-2015-MINAM, que aprueban los Estándares de Calidad Ambiental (ECAs) para agua, quedando sujetos a lo establecido en el presente Decreto Supremo y el anexo que forma parte integrante del mismo. Esta compilación normativa modifica y elimina algunos valores, parámetros, categorías y subcategorías de los ECAs, y mantiene otros, que fueron aprobados por los referidos decretos supremos (Ministerio del Ambiente [MINAM], 2017).

2.3 Definición de Términos Básicos

2.3.1 Quebrada

Es toda área que desarrolla su drenaje directamente a la corriente principal de una microcuenca. Varias quebradas pueden conformar una microcuenca (Autoridad Nacional del Agua [ANA], 2016).

2.3.2 Residuos sólidos

Son sustancias, productos o subproductos en estado sólido o semisólido, desechados por su generador. Se entiende por generador a aquella persona que en razón de sus actividades produce residuos sólidos. Suele considerarse que carecen de valor económico y se les conoce coloquialmente como basura (Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental [OEFA], 2015).

2.3.3 Botadero controlado

Lugar de disposición final de residuos sólidos que no cuenta con la infraestructura necesaria ni suficiente para ser considerado como un relleno sanitario. Puede ser usado de manera temporal debido a una situación de emergencia. En el botadero controlado se dan las condiciones mínimas de operación para que los residuos no se encuentren a cielo abierto; estos residuos deberán ser compactados en capas para reducir su volumen y serán confinados periódicamente con material de cobertura (Champi y Villalba, 2014).

2.3.4 Muestreo

Se realiza de manera puntual y/o compuesta y comprende la recolección, análisis y evaluación sistemática en un determinado espacio y tiempo (OEFA, 2015).

2.3.5 Monitoreo de calidad de Agua

Proceso que permite obtener como resultado la medición de la calidad ambiental del agua, con el objetivo de realizar el seguimiento sobre la exposición de contaminantes a los usos de agua y el control a las fuentes de contaminación (ANA, 2016).

2.3.6 Punto de Monitoreo

Ubicación geográfica en una zona específica de un cuerpo de agua donde se realiza la toma de muestras de parámetros para la determinación de la calidad ambiental del agua (ANA, 2016).

2.3.7 Contaminación ambiental

Se define como la presencia de sustancias, energía u organismos extraños en un ambiente determinado en cantidades, tiempo y condiciones tales que causen desequilibrio ecológico (Arellano y Guzmán, 2011).

2.3.8 Impacto Ambiental

Repercusión significativa que tienen las actividades humanas sobre el ambiente, está relacionado con los factores sociales, científico, técnico y jurídico administrativo (Arellano y Guzmán, 2011).

2.3.9 Parámetros físicos

Los parámetros físicos, son los que definen las características del agua que responden a los sentidos de la vista, del tacto, gusto y olfato como pueden ser los sólidos suspendidos, turbiedad, y temperatura (Córdoba, 2017).

2.3.10 Parámetros químicos

Los parámetros químicos están relacionados con la capacidad del agua para disolver diversas sustancias, entre las que podemos mencionar la alcalinidad, oxígeno disuelto, pH, sólidos en suspensión, cloruros, sulfatos, DBO₅ y DQO (Córdoba, 2017).

CAPÍTULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1 Ubicación geográfica

La investigación se realizó en el distrito de Sucre en la parte norte del Perú, en el departamento de Cajamarca, al sur este de la provincia de Celendín.

Los límites son:

Por el Norte con el Distrito de José Gálvez, Sorochuco y Huasmín.

Por el Oeste, Provincia de Cajamarca, Distrito de La Encañada.

Por el Sur con el Distrito de Oxamarca.

Por el Este con el Distrito de Jorge Chávez, Oxamarca.



Figura 1. Ubicación geográfica del Distrito de Sucre

Fuente: <https://www.INEI-Celendin> (2018).

3.1.1 Ubicación del área en estudio

El trabajo se ubicó en el área de influencia del agua de la quebrada Grande que se encuentra a una distancia de 100 metros del botadero de residuos sólidos municipales y a una distancia de 4 km de la ciudad del Distrito de Sucre.

Coordenadas Geo referenciadas:

- 6°57'31.06" S Latitud
- 78°06'42.58" O Longitud
- 2600 m.s.n.m. Altitud



Figura 2. Ubicación de la quebrada Grande

Fuente: Google Earth (2018).

3.2 Descripción de la zona de estudio

3.2.1 Clima

El clima en la ciudad de Sucre, es templado; frío en las jalcas y cálido en las partes bajas conocidas con el nombre de temple o criollo.

Los meses más fríos son los de noviembre, diciembre, enero, febrero, marzo y abril; presenciándose, en los tres últimos, fuertes lluvias. Los meses de mayo, junio, julio, agosto, septiembre y octubre son soleados; presentando fuertes viento en el mes de agosto (Chávez, 2016).

3.2.2 Suelo

Los suelos del Distrito de Sucre son muy variados, debido a las numerosas formaciones geológicas que se presentan, así tenemos areniscas, cuarcitas, calizas y arcillosa, con escombros de bloques de rocas (Chávez, 2016).

3.2.3 Actividad Agrícola.

Como consecuencia del clima se cuenta con apreciables productos agrícolas tales como: papa, maíz, frijol, arveja, entre otros (Chávez, 2016).

3.2.4 Actividad Ganadera

Esta actividad de crianza del ganado vacuno, ocupa un lugar importante dentro de la economía de las personas, debido a las condiciones favorables para el cultivo de pastos naturales. Dentro de esta tenemos la producción de carne, leche y sus derivados.

3.3 Materiales

3.3.1 Campo

- Fichas de registro de campo.
- Cinta adhesiva.
- Plumón indeleble.
- Frascos Winkler
- Cinta de embalaje.
- Guantes de látex descartables
- Mascarillas
- Cooler- termo refrigerante.
- GPS.
- pH- metro portátil HANNA HI 98190 (pH/ORP/°C)
- Cámara fotográfica. Hilux

3.3.2 Laboratorio

- Espectrofotómetro - MERCK
- Oxímetro portátil – Hach
- Un potenciómetro de pH.
- Turbidímetro de precisión con rango <0,5 NTU.
- Una balanza analítica con una precisión de 0,001 gramos.
- Equipo para filtración al vacío.
- Frascos de muestreo resistente al calor.
- Frascos de polietileno.

- Matraces volumétricos de 250 mL
- Pipetas con graduación de 10mL
- Tubos de ensayo de 12 mm x 120 mm y de 16 mm x 150 mm
- Probetas graduadas de 25, 50, 100, 250 mL.
- Buretas volumétricas de 25 y 50 mL, graduados cada 0,1 mL.

3.3.3 Gabinete

- Laptop
- Impresora
- Papel A4
- Internet

3.4 Metodología

3.4.1 Recolección de muestras de agua de la quebrada Grande

- El muestreo de agua de la quebrada Grande de la zona de estudio, se realizaron en los meses de enero, febrero, marzo, abril, mayo y junio del 2018, que fue en la época de lluvia y en la época de estiaje.

- Las muestras de agua para el análisis físico, químicos; se recolectaron de acuerdo a las técnicas establecidas en el Protocolo Nacional para el monitoreo de la calidad de Recursos Hídricos Superficiales – 2016” por la Autoridad Nacional del Agua (ANA); asimismo se colocaron en envases de polietileno con capacidad de 1L.

- Para la determinación del parámetro de oxígeno disuelto las muestras de agua se colocaron en envase de vidrio previamente esterilizados.

- Los parámetros del pH y la temperatura se realizaron in situ, lo cual se utilizó un medidor del pH y un termómetro debidamente calibrado para obtener resultados precisos.
- Se realizó el etiquetado en los envases detallando la información de cada una de las muestras con letra legible y con un plumón indeleble para que no se borre.
- Los datos del etiquetado fueron: punto de muestreo, hora y fecha, nombre del muestreo, tipo de análisis a realizar. Luego fueron llevados al laboratorio Regional del Agua en Cajamarca, para sus respectivos análisis.
- Los puntos de muestreo de agua fueron dos designado como el punto 1 antes del botadero y el punto 2 después del botadero. Se llevó a cabo durante 6 meses, la frecuencia fue mensual siendo un total de 12 muestreos (ver Tabla 3).

Tabla 3

Ubicación de los puntos de muestreo

Puntos de muestreo	Georreferenciación GW84		
	Latitud	Longitud	Altura (msnm)
Punto 1. Antes del botadero	6°57'32.30" S	78°06'46.54" W	2590
Punto 2. Después del botadero	6°57'33.49" S	78°06'40.3" W	2565

3.4.2 Análisis de laboratorio

Las muestras de agua fueron analizadas en el Laboratorio Regional del Agua de Cajamarca (Tabla 4), utilizando los métodos estandarizados del Standard (APHA, 2017).

Tabla 4

Métodos de ensayo para cada parámetro

Ensayo	Unidad	Método de ensayo utilizados
pH	pH	Método electrométrico
Turbidez	NTU	Método Nefelométrico.
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	Método Gravimétrico
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	Método Gravimétrico
Alcalinidad total (CaCO ₃)	mg/L	Método de titulación.
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg/L	Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅) prueba de DBO ₅ de 5 días.
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg/L	Demanda Química de Oxígeno (DQO). Reflujo cerrado Método colorimétrico.
Oxígeno Disuelto	mg/L	Oxígeno Disuelto. Modificación de azida.
Cloruros	mg/L	Determinación de aniones inorgánicos en el agua potable por cromatografía ion.
Sulfatos	mg/L	Determinación de aniones inorgánicos en el agua potable por cromatografía ion.

Fuente: Laboratorio Regional del Agua-Cajamarca.

3.4.2.1 Procedimientos para la determinación de los parámetros físicos, químicos

A. Turbidez

Se determinó por la cantidad de sólidos presentes en una muestra de agua, utilizando el turbidímetro con el método nefelométrico. El procedimiento fue el siguiente:

- Se obtuvo una muestra representativa en un recipiente limpio. Se llenó una de las celdas de muestra hasta la línea marcada (unos 10 mL), cuidando de manipular la celda por el cuello.
- Se calibró el instrumento con el código 113 que corresponde a la medición de turbiedad, y hacer los ajustes correspondientes.
- Se colocó la muestra en blanco y se ajustó el equipo.
- Se introdujo la muestra en la celda de medición y se presionó read. En la pantalla se mostró la lectura correspondiente en unidades UNT (Unidades Nefelométrica de Turbidez).

B. Sólidos totales disueltos

Es la sumatoria de todos los sólidos presentes en una muestra de agua. El método es:

Método gravimétrico.

Se taró una cápsula de la siguiente manera. Caliente la cápsula de porcelana limpia y seca a 103 - 105 °C por una hora, se enfrió en un desecador y pesar hasta peso constante. Se repitió esto hasta obtener el peso constante o una variación de 1×10^{-4} de milígramo con respecto al peso anterior. Almacenar y enfriar la cápsula en el desecador hasta que sea necesario. Se tomó el peso inmediatamente antes de usar la cápsula. Se pipeteó 25 mL de la muestra bien mezclada y se depositó en la cápsula de porcelana tarada y se evaporó en un horno de secado hasta sequedad, aproximadamente de 1 a 2 horas. Se realizó el secado de 103 - 105°C, y luego se enfrió en el desecador y se pesó entre 1 a 2 horas, hasta obtener un peso constante.

C. Determinación de la alcalinidad

Se determinó por sus contenidos en carbonatos y bicarbonatos. Eventualmente se puede deber a hidróxidos, boratos, silicatos, fosfatos. Las soluciones acuosas de boratos tienen un pH 8,3 y las de ácido carbónico 4, 3. como indicadores de estos puntos se utilizaron fenolftaleína (pH 8,3 y heliantina (pH 4,2).

Reactivos

- Ácido sulfúrico 0,02N
- Fenolftaleína 0,5%
- Heliantina 0,05%

Técnica

- Se añadió 0,2 de fenolftaleína a 100 mL de agua.
- Coloración rosada indica presencia de carbonato, en este caso se agrega gota a gota solución de ácido sulfúrico 0,02 N hasta desaparición de color.
- Se designó como F la cantidad de mL gastados
- A la misma muestra se le agregó 2 gotas de heliantina y se añadió gota a gota ácido sulfúrico 0,02 N hasta color salmón.
- Se designó por H la cantidad de mL usados en esta última determinación.

Expresión de resultados

- Alcalinidad de carbonatos en $\text{mg/L} = 2 \times H \times 10$
- Alcalinidad de bicarbonatos en $\text{mg/L} = (H - F) \times 10$.

D. Determinación de cloruros

Si se agregan iones de plata a una solución de pH entre 7 y 9 que contenga cloruros y cromato, la precipitación de cloruro de plata está prácticamente terminada cuando se comienza a precipitar de cromato de plata. Este hecho permite considerar la aparición de un precipitado rojo de cromato de plata, como indicador del punto final.

Reactivos

- Solución 0,00282 N de nitrato de plata.
- Cromato de potasio 5%.

Técnica

- Se filtra el agua si contiene materias en suspensión.
- Se tomaron 100 mL de la muestra (si el pH es inferior a 7 se añade 1 gramo de bicarbonato).
- Se agregó 1 mL de cromato de potasio al 5% y se valora añadiendo gota a gota la solución de nitrato de plata hasta coloración apenas rojiza.
- Se restó 0,2 al número de mL empleados (gasto correspondiente al ensayo en blanco).
- **Cálculo:** $(n-2) \times 10 \times (100/v)$ mg/L de cloruros.
- n= es el número de mL de la solución de nitrato de plata usada en la valoración.
- v= volumen de muestra original.

E. Determinación de sulfatos

En solución acuosa los iones sulfato forman, con los iones bario, sulfato de bario difícilmente soluble. La turbidez que así se produce se mide en el fotómetro. El procedimiento es análogo a EPA 375.4 y US Standard Methods 4500-SO₄²⁻ E.

En la tabla 5 se muestra la longitud de onda y el intervalo de medida para la determinación de los sulfatos.

Tabla 5

Determinación de Sulfatos

Longitud de onda	Intervalo de medida mg/L de SO₄²⁻	Numero de determinaciones
525 nm	5 – 250.0	25

Fuente: Manual Merck

Campo de aplicación

Aguas subterráneas y superficiales, agua de mar, agua potable, aguas industriales, aguas residuales y de infiltración, aguas de calderas, soluciones nutritivas para fertilización.

Reactivos.

- Ácido clorhídrico 1,0 M
- Varillas indicadoras
- Hidróxido de sodio 1M.

Preparación de la muestra

- Se analizó las muestras inmediatamente después de la toma de muestras.
- El valor del pH debe encontrarse en el intervalo 2 – 10. Si es necesario ajustar con solución de ácido clorhídrico o hidróxido de sodio.
- Y por último se filtró las muestras turbias.

3.5 Diseño experimental

El diseño de la investigación fue de tipo descriptivo, comparativo y estadístico ya que buscó describir la calidad físico, química de las aguas de la quebrada Grande, se llevó a cabo la recolección de datos, con sus respectivos resultados que se presentan en tablas y figuras.

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En este contenido se presentan los resultados de los parámetros físicos, químicos analizados en las aguas de la quebrada Grande antes y después del botadero.

4.1 Resultados

4.1.1 pH del agua en los dos puntos de muestreo

Los resultados obtenidos del muestreo del agua de la quebrada Grande se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 6

Resultados del pH en el agua

Punto de muestreo	N° de muestras	Valor Mínimo	Valor Máximo	Promedio	Desv. Estándar
Punto 1	6	8,33	8,5	8,43	0,07
Punto 2	6	8,21	8,44	8,37	0,08

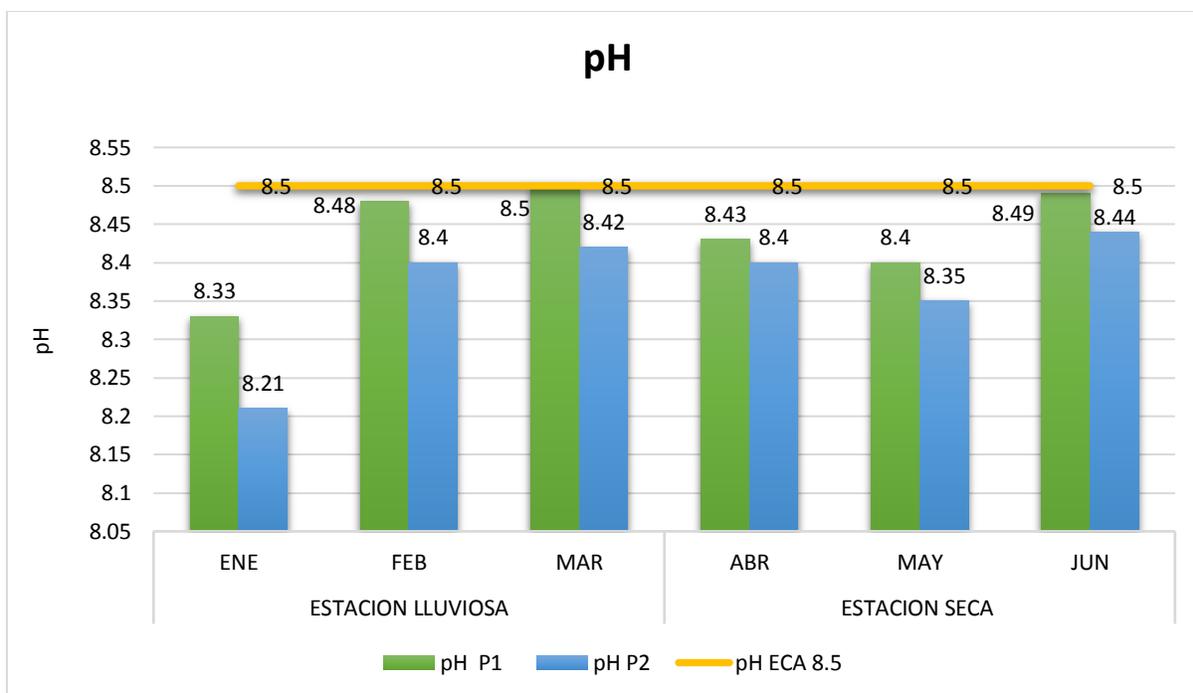


Figura 3. Concentración del pH en el agua en los dos puntos de monitoreo.

En la tabla 6 se observa que el promedio del pH en el punto 1 presentó un valor de 8,43; del valor mínimo con 8,33 y valor máximo con 8,5; mientras que el promedio del pH en el punto 2 fue de 8,37; del valor mínimo con 8,21 y valor máximo con 8,44; esta ligera disminución se debió a la presencia de lluvias generadas en los meses de enero, febrero, abril y mayo lo cual generó la precipitación de rocas calizas y el carácter ácido de las lluvias. Como lo manifiesta Puerta (2019) está determinado por la geología de la cuenca y se rige por los equilibrios dióxido de carbono-bicarbonato-carbonato. El pH en la mayoría de las aguas varía entre 6,5 a 8,5 (turbulencia y aireación), es un parámetro de mucha importancia en la evaluación de la calidad del agua.

En la figura 3 se observa la concentración del pH antes y después del botadero, no superaron los valores de los Estándares de Calidad Ambiental ECAs para agua de Categoría 3 según el D.S N° 004-2017 MINAM. Sin embargo, en el mes de febrero, marzo y junio el valor del pH fue de 8,48;

8,50 y 8,49 en el punto 1, lo cual estuvieron muy cerca al valor de los ECAs. Asimismo, en el mes de marzo y junio los valores del pH fueron de 8,42 y 8,44 en el punto 2, el cual también se encuentra al valor establecidos en los ECAs, esto se debió posiblemente a la ausencia de lluvias el cual no precipitan las rocas calcáreas. Este resultado se justifica con lo expresado por Forero (2015), donde manifiesta que un pH de un agua superficial ligeramente de carbonatos, bicarbonatos y otros, se inclina a tener a un valor ligeramente alcalino.

4.1.2 Temperatura del agua en los dos puntos de muestreo

Los resultados obtenidos del muestreo del agua de la quebrada Grande se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 7

Resultados de la temperatura en el agua.

Punto de muestreo	N° de muestras	Valor Mínimo	Valor Máximo	Promedio	Desv. Estándar
Punto 1	6	12	15	13,83	1,17
Punto 2	6	14	17	15,17	1,17

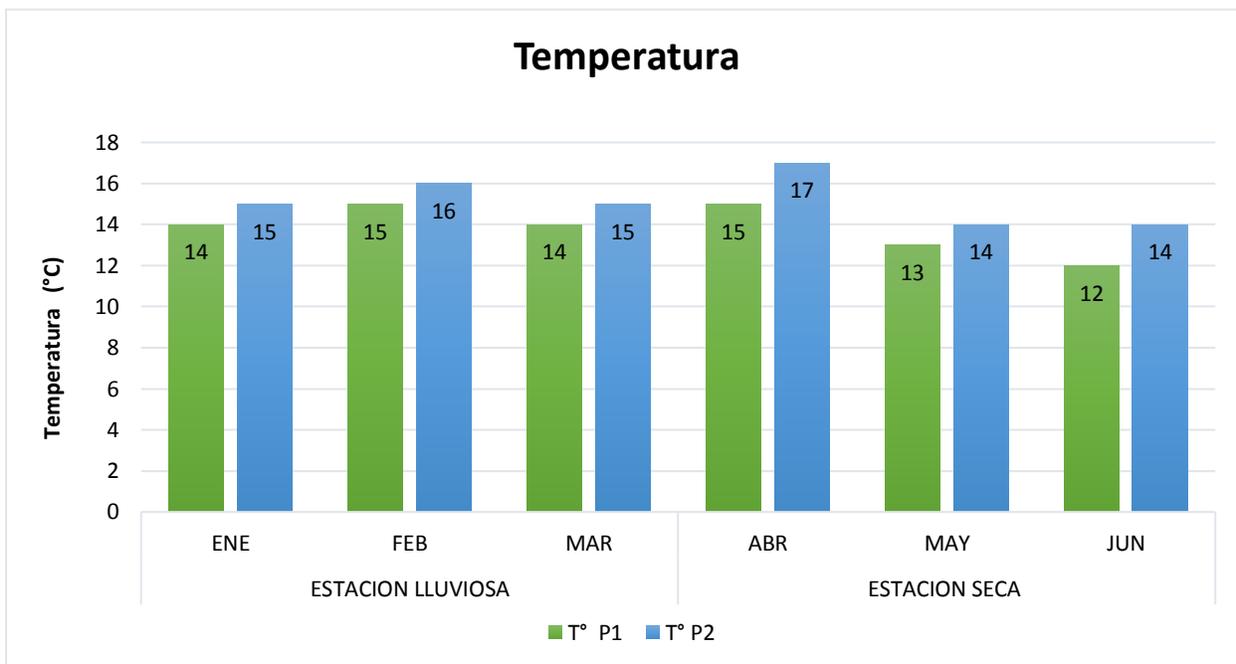


Figura 4. Concentración de la Temperatura en el agua en los dos puntos de monitoreo

En la tabla 7 se observa que el promedio de la temperatura en el punto 1 fue de 13,83; con un valor mínimo de 12 y un valor máximo con 15, mientras en el punto 2 el promedio fue de 15,17; del valor mínimo con 14 y un valor máximo con 17, esto se debió a variaciones del clima de las estaciones al momento de tomar las muestras la cual tiene una variación de 2°C.

En la figura 4 se observa que la concentración de la temperatura antes y después del botadero, cumplió con los valores de los Estándares de Calidad Ambiental ECAs para agua Categoría 3 según el D.S N° 004-2017 MINAM.

Sin embargo, en el punto 2 de la estación lluviosa y seca se tiene mayor temperatura que en el punto 1 con una variación de 2°C, esto se debió a la presencia de algas y proliferación de microorganismos y calentamiento de las aguas en el transcurso de la quebrada aguas abajo.

4.1.3 Turbidez del agua en los dos puntos de muestreo

Los resultados obtenidos del muestreo del agua de la quebrada Grande se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 8

Resultados de la turbidez en el agua.

Punto de muestreo	N° de muestras	Valor Mínimo	Valor Máximo	Promedio	Desv. Estándar
Punto 1	6	1,65	1,83	1,74	0,07
Punto 2	6	1,05	1,81	1,32	0,37

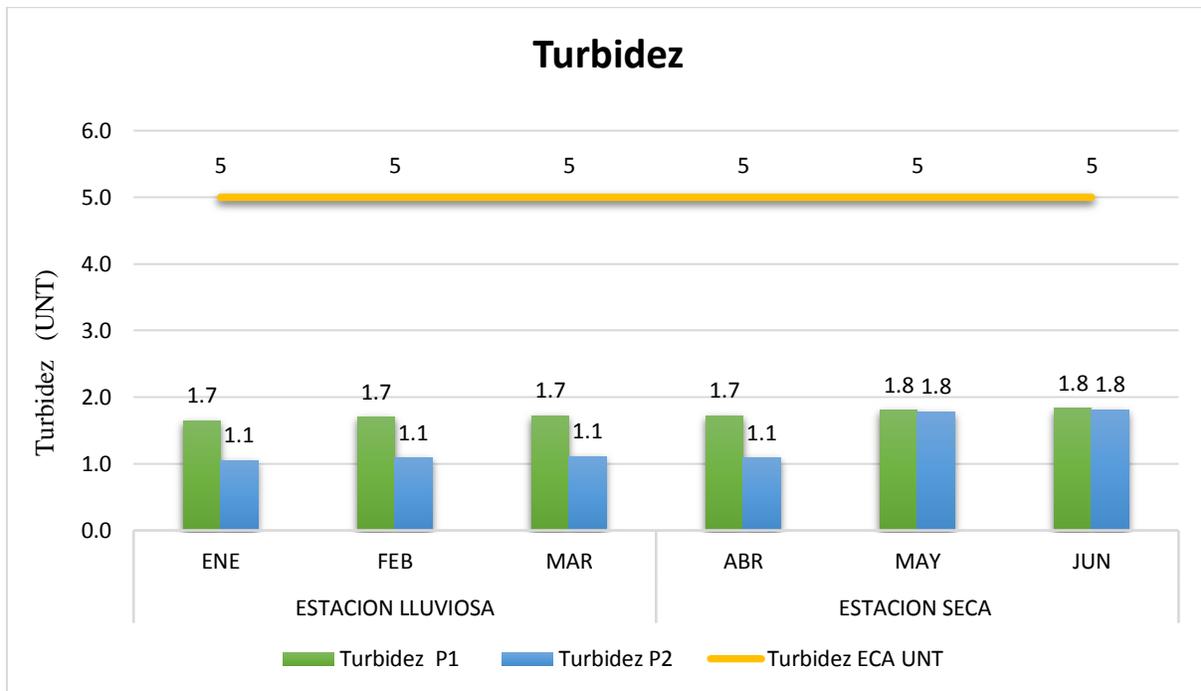


Figura 5. Concentración de Turbidez en el agua en los dos puntos de monitoreo

En la tabla 08 se observa que el promedio de turbidez en el punto 1 fue de 1,74 UNT; con un valor mínimo de 1,65 y un valor máximo de 1,83; mientras que el promedio de turbidez en el punto 2 fue de 1,32 UNT, con valor mínimo de 1,05 y un valor máximo de 1,81; esto debió posiblemente a la presencia de lluvias generadas por la precipitación de rocas calizas.

En la figura 5 se observa que la concentración de turbidez antes y después del botadero, no superó los valores de los Estándares de Calidad Ambiental ECAs para agua de Categoría 3 según el D.S N° 004-2017 MINAM.

Sin embargo, en el punto 1, la turbidez tiene valores más altos que en el punto 2, posiblemente se debió a la presencia de lluvias o actividad antrópica. La turbidez generalmente está causada por sólidos suspendidos, donde se incluye limo, arcilla, algas y demás pláctones, microbios, materia orgánica, entre otras partículas delgadas insolubles (Triveño, 2016).

4.1.4 Sólidos totales disueltos del agua en los dos puntos de muestreo

Los resultados obtenidos del muestreo del agua de la quebrada Grande se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 9

Resultados de los Sólidos totales disueltos en el agua.

Punto de muestreo	N° de Muestras	Valor Mínimo	Valor Máximo	Promedio	Desv. Estándar
Punto 1	6	173,5	193,7	180,65	9,07
Punto 2	6	184	212,4	195,78	12,40

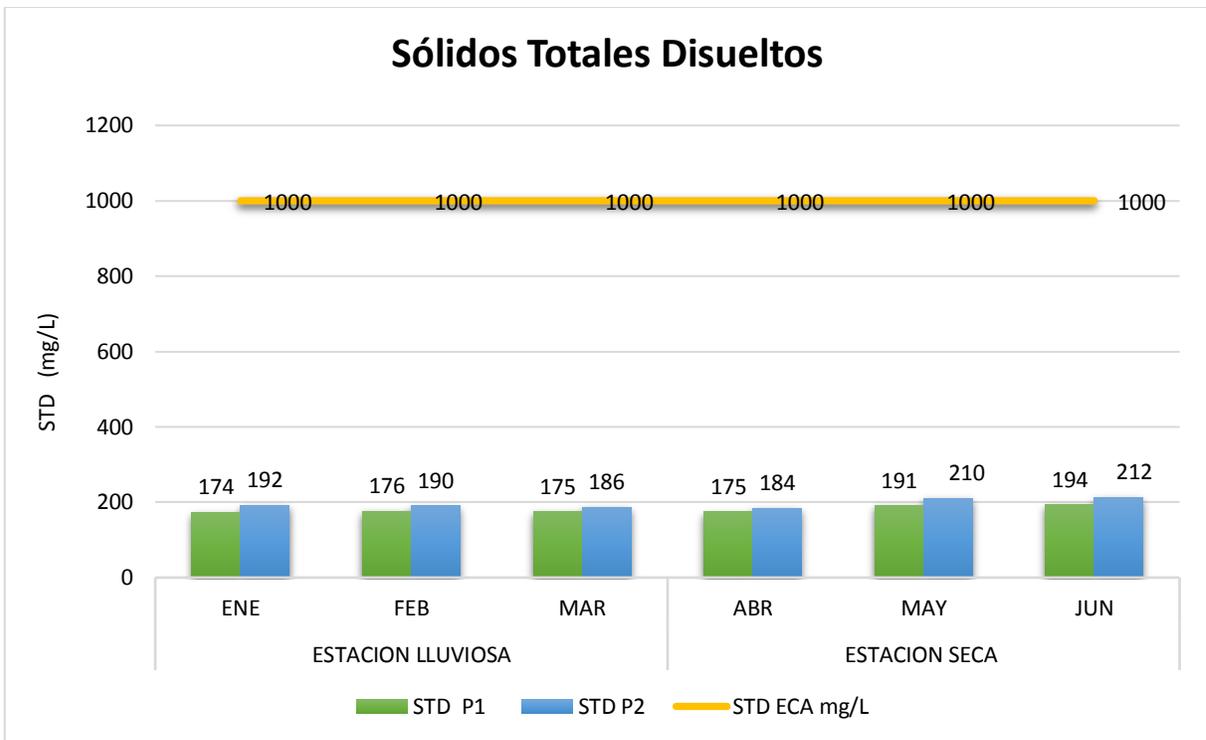


Figura 6. Concentración de los Sólidos totales disueltos en el agua en los dos puntos de monitoreo.

En la tabla 9 se observa que el promedio de los sólidos totales disueltos en el punto 1 fue de 180,65mg/L, con un valor mínimo de 173,5 mg/L y valor máximo de 193,7mg/L; mientras que en el punto 2 el promedio fue de 195,78mg/L, con un valor mínimo de 184 mg/L y un valor máximo de 212,4 mg/L; son valores casi estables, se debió posiblemente a que hubo aumento por presencia de material coloidal, solubilidad de los minerales en la zona geológica y las sales del ambiente que arrastra la lluvia.

En la figura 6 se observa que la concentración de los sólidos totales disueltos antes y después del botadero, no superan los valores de los Estándares de Calidad Ambiental ECAs para agua de Categoría 3 según el D.S N° 004-2017 MINAM, Sin embargo, en el punto 2 se obtuvieron valores mayores que en el punto1, con valores ligeramente similares; esto se debió a los factores que

influyen como la temperatura, superficie y el pH. Esto se debe a que en el ligero aumento de la escorrentía por las precipitaciones los sólidos totales disueltos están más dispersos (Triveño 2016). En efecto, los resultados obtenidos de los sólidos totales disueltos STD han sido bajos, por la disolución de los minerales de las rocas del suelo durante su flujo de las partes altas hacia las bajas (Robles et al., 2013); y pequeñas cantidades de materia orgánica que están disueltas en el agua (Casilla, 2014).

4.1.5 Sólidos suspendidos totales del agua en los dos puntos de muestreo

Los resultados obtenidos del muestreo del agua de la quebrada grande se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 10

Resultados de Sólidos suspendidos totales en el agua.

Punto de muestreo	N° de muestras	Valor Mínimo	Valor Máximo	Promedio	Desv. Estándar
Punto 1	6	62	86,1	72,42	30,70
punto 2	6	71	83,2	76,24	30,37

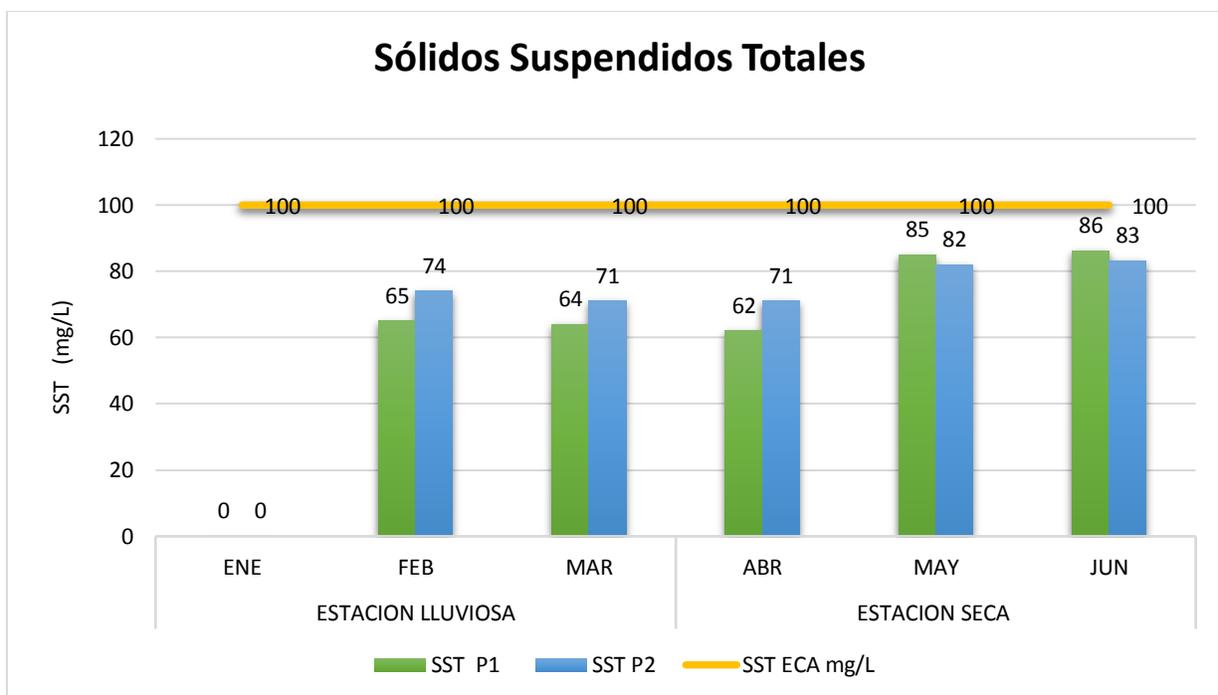


Figura 7. Concentración de los Sólidos Suspendedos totales en el agua en los dos puntos de monitoreo.

En la tabla 10 se observa que el promedio de los sólidos suspendedos totales en el punto 1 fue de 72,42mg/L, con un valor mínimo de 62 mg/L y un valor máximo de 86,1mg/L; mientras en el punto 2 el promedio fue de 76,24mg/L, con un valor mínimo de 71 mg/L y un valor máximo de 83,2; esta variación mínima es debido a su concentración de un lugar a otro, según sea la hidrodinámica del cauce, el suelo, la cubierta vegetal, el lecho, las rocas y actividades antrópicas (Puerta, 2019).

En la figura 7 se observa que la concentración de los sólidos suspendedos totales antes y después del botadero, no superaron los valores de los Estándares de Calidad Ambiental ECAs para agua Categoría 3 según el D.S N° 004-2017 MINAM.

Sin embargo, en el punto 1 se obtuvieron valores mayores en el mes de mayo y junio con 85mg/L y 86,1 mg/L acercándose al valor de los Estándares de Calidad Ambiental ECAs. Categoría III, esto se debió a posiblemente a concentraciones de sólidos en suspensión en el agua.

Su evaluación en la calidad del agua es de mucha utilidad, se debe a que afecta la claridad del agua y la penetración de la luz, temperatura y el proceso de la fotosíntesis (Puerta, 2019).

Estos resultados son similares a Mego et al. (2016), los Sólidos suspendidos totales, se obtuvieron en el muestreo E1 con un valor de 77 mg/L, en la época de avenida y en época de estiaje en el muestreo E2 con un valor de 68 mg/L donde los valores son regularmente altos, pero no sobrepasan los estándares. A diferencia en la época de avenidas, en la estación de muestreo E2 (125 mg/L), no se encontraron dentro de los estándares, debido a que en esta época hay incremento de caudal.

4.1.6 Alcalinidad del agua en los dos puntos de muestreo

Los resultados obtenidos del muestreo del agua de la quebrada Grande se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 11

Resultados de la alcalinidad en el agua.

Punto de muestreo	N° de muestras	Valor Mínimo	Valor Máximo	Promedio	Desv. Estándar
Punto 1	6	160	171,4	164,7	5,11
Punto 2	6	165	176,2	169,4	5,10

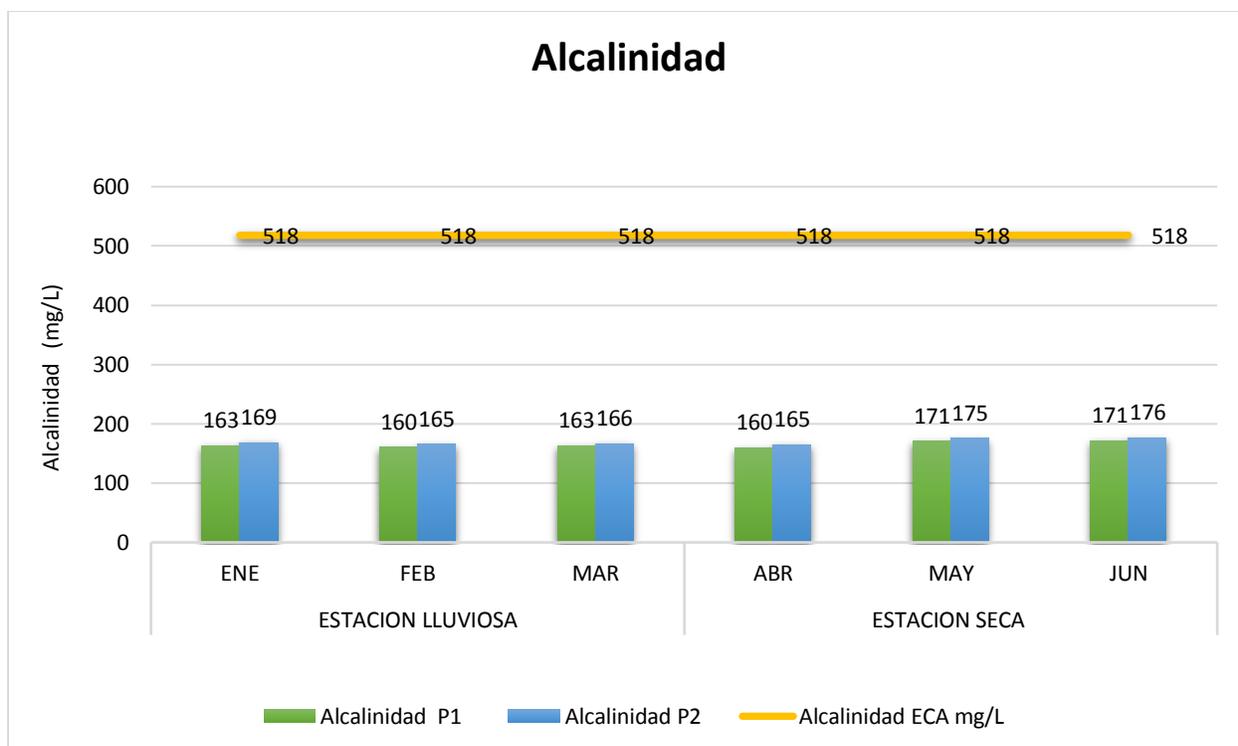


Figura 8. Concentración de la Alcalinidad en el agua en los dos puntos de monitoreo

En la tabla 11 se observa que el promedio de la alcalinidad en el punto 1 fue de 164,7mg/L, con un valor mínimo de 160 mg/L y un valor máximo de 171,4 mg/L; mientras que en el punto 2 el promedio fue es 169,42 mg/L, con valor mínimo de 165 mg/L y un valor máximo de 176,2 mg/L; este ligero aumento se debió posiblemente a la disolución de rocas carbonatadas y silicatos en la zona de la quebrada.

En la figura 8 se observa que la concentración de la alcalinidad antes y después del botadero, no superó los valores de los Estándares de Calidad Ambiental ECAs para agua según el D.S N° 004-2017 MINAM, Categoría 3.

Sin embargo, en el punto 2 obtuvieron valores mayores que en el punto 1, esto se debió a ligeras concentraciones de carbonatos de calcio y a la presencia de minerales. La variación de

la concentración de la alcalinidad es debida a la descomposición y lavado de rocas calizas presentes a lo largo de la quebrada que hacen que parte del carbonato que contienen pase al agua (Díaz et al., 2020).

Con respecto a la alcalinidad se analizó como un ion bicarbonato de los Estándares de Calidad Ambiental para Agua con un valor de 518mg/L, Categoría 3, para riego de vegetales.

Según Teves (2016) el contenido de bicarbonato en el agua, depende del equilibrio entre la cantidad de dióxido de carbono y la disolución de rocas carbonatadas o calcáreas presentes en el río o quebrada.

4.1.7 Cloruros del agua en los dos puntos de muestreo

Los resultados obtenidos del muestreo del agua de la quebrada Grande se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 12

Resultados de Cloruros en el agua.

Punto de muestreo	N° de muestras	Valor Mínimo	Valor Máximo	Promedio	Desv. Estándar
Punto 1	6	0,14	0,15	0,15	0,0045
punto 2	6	1,39	1,55	1,45	0,071

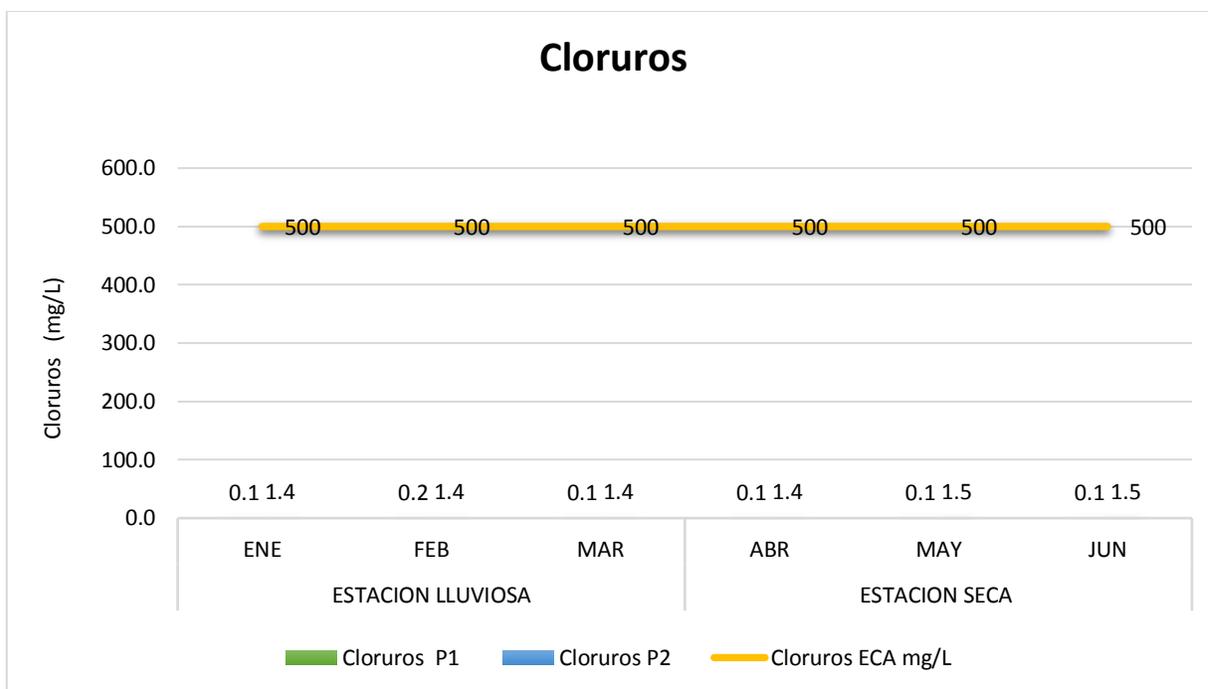


Figura 9. Concentración de Cloruros en el agua en los dos puntos de monitoreo

En la tabla 12 se observa que el promedio de los cloruros en el punto 1 fue 0,15 mg/L con un valor mínimo de 0,14 mg/L y un valor máximo de 0,15 mg/L; mientras que en el punto 2 el promedio fue 1,45 mg/L con valor mínimo de 1,39 mg/L y un valor máximo de 1,55 mg/L; este ligero aumento se debió posiblemente a las sales minerales proceden de la disolución de suelos y rocas que los contengan.

En la figura 9 se observa que la concentración de los cloruros en los dos puntos de muestreo, están por muy debajo de los valores de los Estándares de Calidad Ambiental ECAs para agua según el D.S N° 004-2017 MINAM, Categoría III. Lo que indica que el agua de la quebrada cumple las condiciones ambientales básicas para ser usada en riego de vegetales y bebida de animales. Sin embargo, en el punto 2 se obtienen valores mayores que en el punto 1, esto se debió probablemente a la presencia de minerales de sal provenientes de actividades agrícolas o contaminantes domesticas procedentes de la orina del hombre y de los animales.

4.1.8 Oxígeno disuelto del agua en los dos puntos de muestreo

Los resultados obtenidos del muestreo del agua de la quebrada Grande se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 13

Resultados del Oxígeno disuelto en el agua.

Punto de muestreo	N° de muestras	Valor Mínimo	Valor Máximo	Promedio	Desv. Estándar
Punto 1	6	6,2	6,8	6,38	0,22
Punto 2	6	6,5	7,2	6,92	0,25

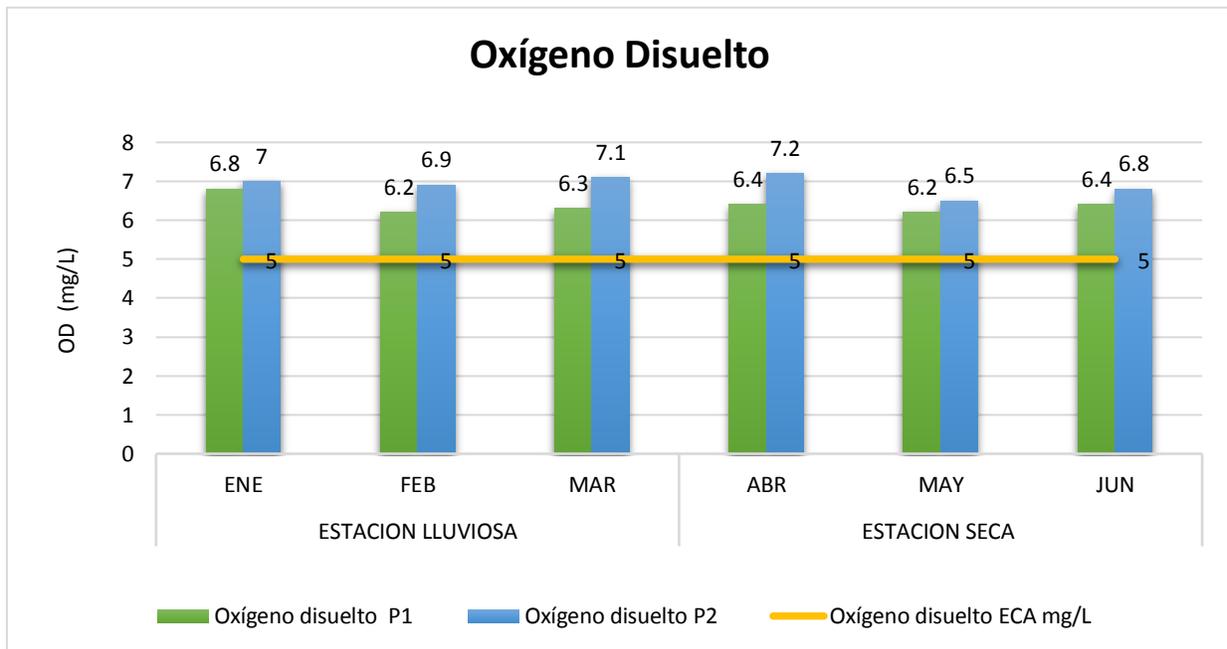


Figura 10. Concentración del Oxígeno disuelto en el agua en los dos puntos de monitoreo

En la tabla 13 se observa que el promedio del oxígeno disuelto -OD en el punto 1 fue de 6,38 mg/L con un valor mínimo de 6,2 mg/L y un valor máximo de 6,8 mg/L; mientras que en el punto 2 el promedio fue 6,92 mg/L con un valor mínimo de 6,5 mg/L y un valor máximo de

7,2 mg/L; este ligero aumento se debió posiblemente al aumento del caudal, por la presencia de lluvias y estas son bien aireadas.

En la figura 10 se observa que la concentración del oxígeno disuelto (OD) en los dos puntos de muestreo, sobrepasan los valores de los estándares de calidad ambiental ECAs para agua según el D.S N° 004-2017 MINAM, Categoría 3, lo cual indica que es favorable para la vida acuática.

Sin embargo en el punto 2 se obtienen valores altos que en el punto 1 esto podemos decir que debido a la reaeración por el flujo turbulento de la quebrada por la presencia de lluvias.

El contenido de OD está relacionado con la temperatura; a mayor temperatura será menor la cantidad de oxígeno en el agua, debido a la liberación al medio ambiente y la aceleración de los procesos biológicos que consumen OD (Gonzales et al.,2012).

Es un parámetro importante para evaluar la calidad del agua superficial, su presencia en el agua se debe al aporte del oxígeno de la atmósfera y de la actividad biológica (fotosíntesis) en la masa de agua. El oxígeno disuelto, es un parámetro ambiental vital, porque su evaluación permite informar y/o reflejar la capacidad recuperadora de un curso de agua y la subsistencia de la vida acuática (Puerta, 2019).

4.1.9 Sulfatos del agua en los dos puntos de muestreo

Los resultados obtenidos del muestreo del agua de la quebrada Grande se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 14

Resultados de los Sulfatos en el agua.

Punto de muestreo	Nº de muestras	Valor Mínimo	Valor Máximo	Promedio	Desv. Estándar
Punto 1	6	3,58	3,68	3,63	0,035
Punto 2	6	3,09	3,70	3,48	0,297

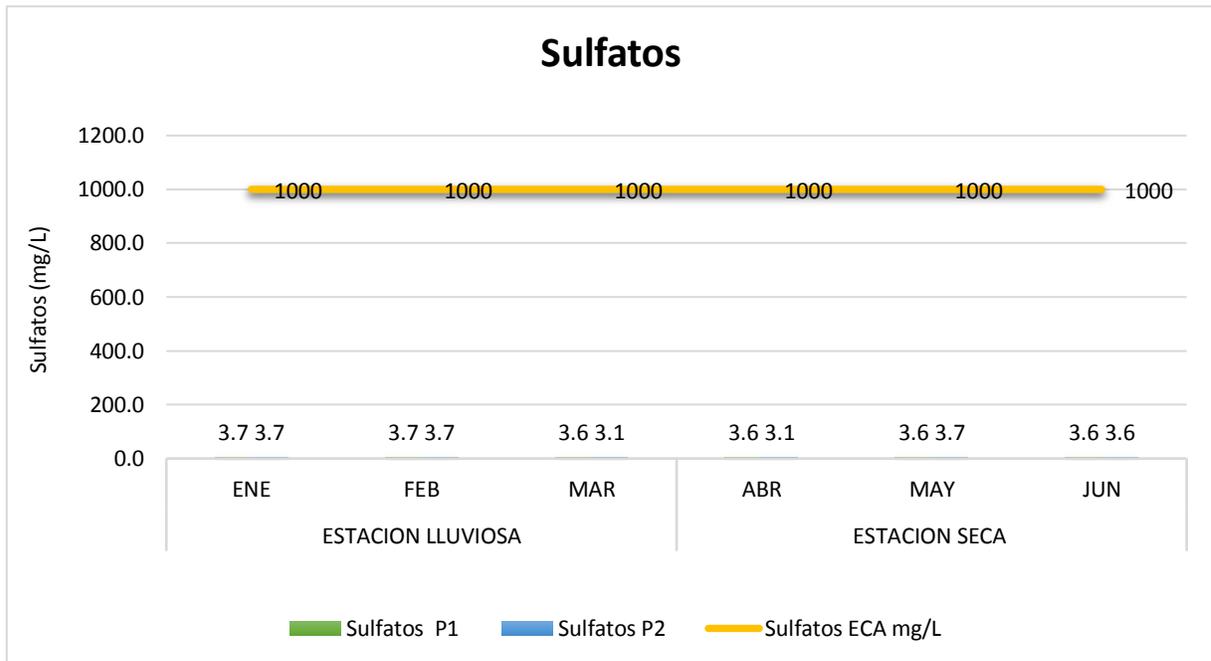


Figura 11. Concentración de los Sulfatos en el agua en los dos puntos de monitoreo

En la tabla 14 se observa que el promedio de los sulfatos en el punto 1 fue 3,63 mg/L con un valor mínimo de 3,58 mg/L y un valor máximo de 3,68 mg/L; mientras que en el punto 2 el promedio fue 3,48 mg/L con un valor mínimo de 3,09 mg/L y un valor máximo de 3,70 mg/L; esta variación tiene una ligera disminución de sulfatos debido a la ausencia de lluvias. En la figura 11 se observa que la concentración de los sulfatos en los dos puntos de muestreo, están por muy debajo de los valores de los Estándares de Calidad Ambiental ECAs para agua según el D.S N° 004-2017 MINAM, Categoría 3.

Asimismo, Castro y Meza (2015) en su trabajo de investigación sobre la calidad del agua obtuvo un valor de 2 mg/L de sulfatos, lo que indica la baja de contaminación por materia orgánica. En efecto el comportamiento del sulfato no fue tan significativo con respecto a lo que determina la norma y esto nos confirma la ausencia de malos olores en el agua.

4.1.10 Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅)

Los resultados obtenidos del muestreo del agua de la quebrada Grande se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 15

Resultados de la Demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) en el agua.

Punto de muestreo	Nº de muestras	Valor Mínimo	Valor Máximo	Promedio	Desv. Estándar
Punto 1	6	0,97	1,30	1,09	0,43
Punto 2	6	1,28	1,38	1,32	0,50

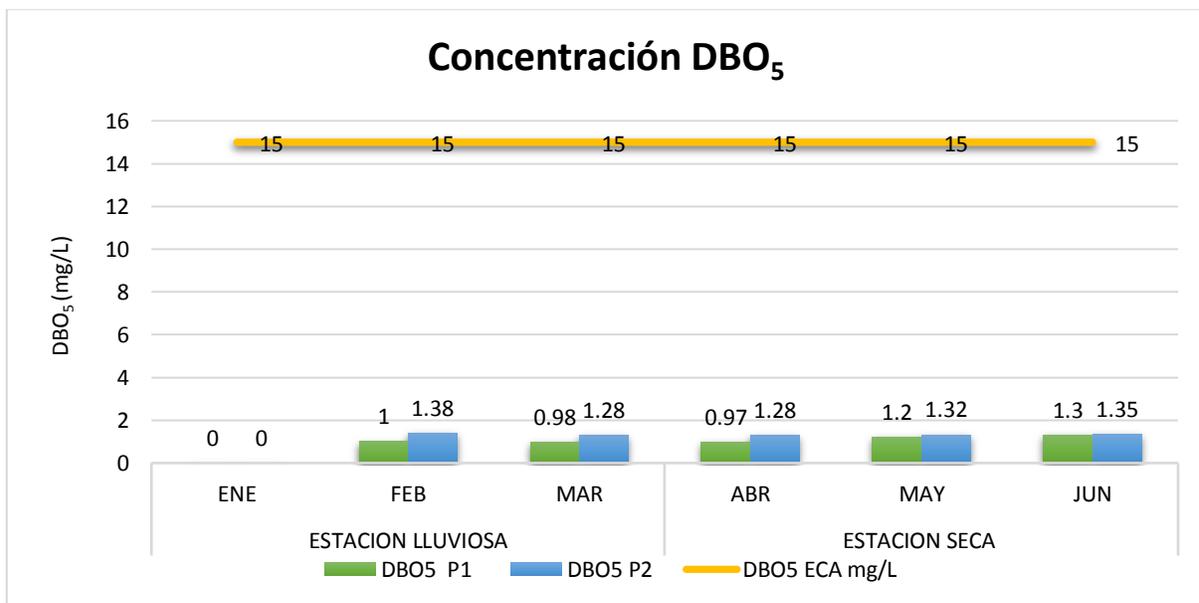


Figura 12. Concentración de la Demanda bioquímica de oxígeno en el agua en los dos puntos de monitoreo.

En la tabla 15 se observa que el promedio de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) en el punto 1 fue 1,09 mg/L con un valor mínimo de 0,97 mg/L y un valor máximo de 1,30 mg/L; mientras que en el punto 2 el promedio fue 1,32 mg/L con un valor mínimo de 1,28 mg/L y con un valor máximo de 1,38 mg/L; esta variación tiene un ligero aumento de DBO₅ debido a la poca ausencia de lluvias, también indica elevado consumo de oxígeno por parte los microorganismos aerobios.

En la figura 12 se observa que la concentración de la demanda bioquímica de oxígeno (DBO₅) en los dos puntos de muestreo, no sobrepasaron los valores de los Estándares de Calidad Ambiental - ECAs para agua según el D.S N° 004-2017 MINAM, Categoría 3.

Las aguas naturales generalmente tienen valores muy bajos de DBO₅, y que esta prueba es una de las más importantes en el control de contaminación en aguas (Nizama, 2014).

4.1.11 Demanda química de oxígeno (DQO)

Los resultados obtenidos del muestreo del agua de la quebrada Grande se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 16

Resultados de la Demanda química de oxígeno (DQO) en el agua.

Punto de muestreo	N° de muestras	Valor Mínimo	Valor Máximo	Promedio	Desv. Estándar
Punto 1	6	2,91	3,9	3,27	1,28
Punto 2	6	3,84	4,14	3,97	1,50

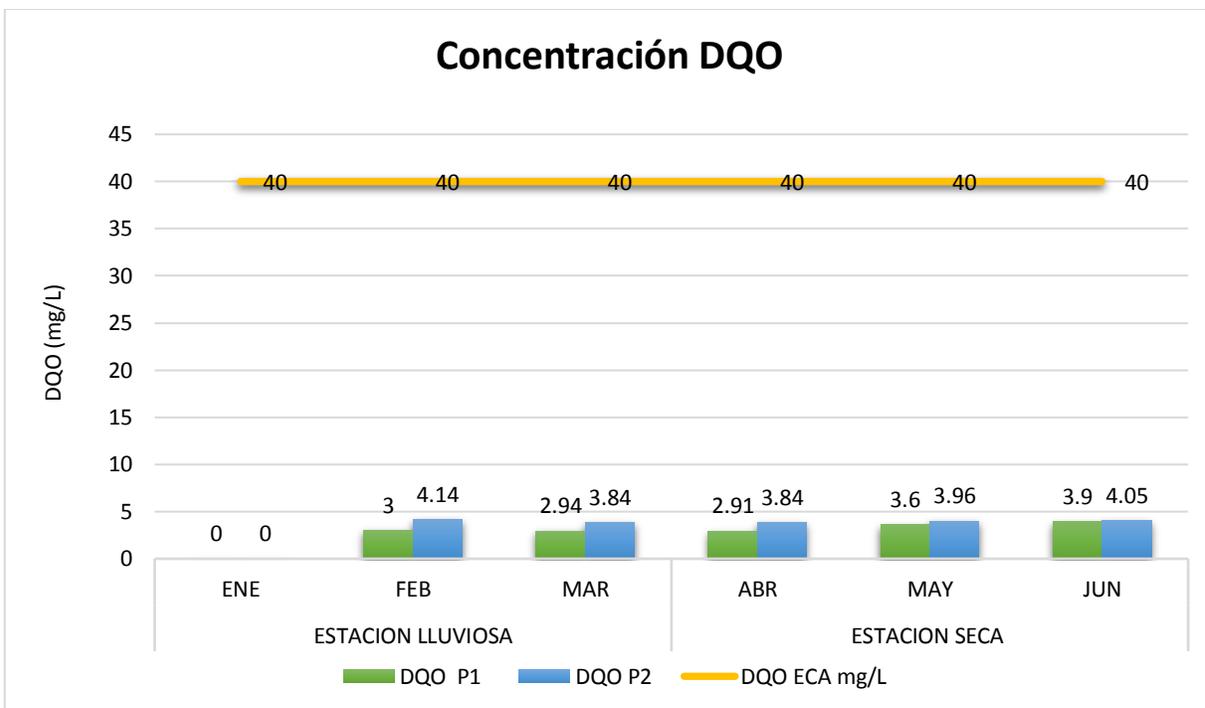


Figura 13. Concentración de la Demanda química de oxígeno en el agua en los dos puntos de monitoreo.

En la tabla 16 se observa que el promedio de la demanda química de oxígeno (DQO) en el punto 1 fue de 3,27 mg/L con un valor mínimo de 2,91 mg/L y con valor máximo de 3,9 mg/L; mientras que en el punto 2 el promedio fue de 3,97 mg/L con un valor mínimo de 3,84 mg/L y con un valor máximo de 4,14 mg/L; hay una ligera variación por posible consumo de oxígeno por parte los microorganismos aerobios.

En la figura 13 se observa que la concentración de la demanda química de oxígeno (DQO) en los dos puntos de muestreo, no sobrepasaron los valores de los Estándares de Calidad Ambiental ECAs para agua según el D.S N° 004-2017 MINAM, Categoría 3. Sin embargo en el punto 2 en los meses de febrero, marzo, abril, mayo se obtienen un aumento de su concentración esto se debió posiblemente al aumento ligero de materia orgánica; Mientras que en el mes de enero en

los dos puntos de muestreo la concentración de DQO estuvieron por debajo del límite de cuantificación del método ($<LCM$), debido a la ausencia de materia orgánica en los puntos muestreados.

Según Mejía y Pérez (2016), Manifiesta que los valores de DBO_5 son menores a los valores de DQO, esto se debe a que la demanda química de oxígeno oxida toda la materia orgánica tanto de origen biológico como de origen inorgánico; en cambio la demanda bioquímica de oxígeno solo permite determinar la fracción biodegradable de la materia orgánica presente en una muestra.

Tabla 17

Comparación de los parámetros físicos, químicos del agua de la quebrada Grande con los ECAs.

EPOCA		ESTACION LLUVIOSA			ESTACION SECA			ECA - DS N° 004-2017-MINAM Cat.3	
MES	Puntos De Monitoreo	En.	Feb.	Mzo.	Abr.	May.	Jun.	D1: Riego de vegetales	D2: Bebida de animales
pH	P1	8.33	8.4	8.5	8.43	8.4	8.49	6,5 – 8,5	6,5 – 8,4
	P2	8.21	8.4	8.42	8.4	8.35	8.44		
T°	P1	14	15	14	15	13	12	Δ 3	Δ 3
	P2	15	16	15	17	14	14		
Turbidez	P1	1.65	1.7	1.72	1.72	1.8	1.83	**	**
	P2	1.05	1.09	1.11	1.09	1.78	1.81		
S.T. D	P1	173.5	176.2	175.1	174.6	190.8	193.7	**	**
	P2	192	190	186	184	210.3	212.4		
S.S.T.	P1	<LCM	65	64	62	85	86.1	**	**
	P2	<LCM	74	71	71	82	83.2		
Alcalinidad	P1	162.9	160.3	162.8	160	170.8	171.4	518	**
	P2	168.5	165.4	166	165	175.4	176.2		
cloruros	P1	0.141	0.152	0.149	0.145	0.148	0.141	500	**
	P2	1.428	1.436	1.391	1.389	1.546	1.539		
Oxígeno Disuelto	P1	6.8	6.2	6.3	6.4	6.2	6.4	≥ 4	≥ 5
	P2	7	6.9	7.1	7.2	6.5	6.8		
Sulfatos	P1	3.652	3.681	3.61	3.58	3.64	3.62	1 000	1 000
	P2	3.668	3.702	3.096	3.09	3.657	3.639		
DBO ₅	P1	<LCM	1	0.98	0.97	1.2	1.3	15	15
	P2	<LCM	1.38	1.28	1.28	1.32	1.35		
DQO	P1	<LCM	3	2.94	2.91	3.6	3.9	40	40
	P2	<LCM	4.14	3.84	3.84	3.96	4.05		

En la tabla 17 se observa que los valores de cada parámetro del agua de la quebrada Grande están por debajo de los valores establecidos por los ECAS para agua de Categoría 3 del D.S 004-2017 MINAM.

Nota:

- El símbolo ** dentro de la tabla significa que el parámetro no aplica para esta Subcategoría.
- Δ 3: significa variación de 3 grados Celsius respecto al promedio mensual multianual del área evaluada.

4.2 Interpretación de los análisis estadísticos

Para el análisis estadístico se utilizó el Software IBM SPSS, obteniéndose los siguientes resultados para las pruebas (Tabla 18).

4.2.1 Prueba de homogeneidad de varianzas

Tabla 18

Prueba de Homogeneidad de varianzas.

Parámetros	Estadístico de Levene	gl1	gl2	Sig.
DQO	28,476	2	13	,000
DBO ₅	28,476	2	13	,000
Sulfatos	33,520	2	15	,000
OD	3,902	2	15	,043
Cloruros	21,902	2	15	,000
Alcalinidad	12,822	2	15	,001
SST	2,660	2	15	,103
STD	14,888	2	15	,000
Turbidez	31,095	2	15	,000
pH	4,616	2	15	,027
T°	,000	1	10	1,000

4.2.2 Análisis de varianza para un factor – ANOVA

Tabla 19

ANOVA de un Factor

		Suma de cuadrados	gl	Media cuadrática	F	Sig.
DQO	Inter-grupos	4964,9	2	2482,4	36411,0	,000
	Intra-grupos	0,9	13	0,1		
	Total	4965,8	15			
DBO ₅	Inter-grupos	713,7	2	356,8	47104,1	,000
	Intra-grupos	0,1	13	0,0		
	Total	713,8	15			
Sulfatos	Inter-grupos	3971627,2	2	1985813,6	66660882,5	,000
	Intra-grupos	0,4	15	0,0		
	Total	3971627,7	17			
OD	Inter-grupos	11,7	2	5,9	158,2	,000
	Intra-grupos	0,6	15	0,0		
	Total	12,3	17			
Cloruros	Inter-grupos	996806,0	2	498403,0	299295213,8	,000
	Intra-grupos	0,0	15	0,0		
	Total	996806,1	17			
Alcalinidad	Inter-grupos	492707,0	2	246353,5	14192,6	,000
	Intra-grupos	260,4	15	17,4		
	Total	492967,3	17			
SST	Inter-grupos	5824,1	2	2912,1	4,4	,031
	Intra-grupos	9935,8	15	662,4		
	Total	15760,0	17			
STD	Inter-grupos	2636655,8	2	1318327,9	16746,7	,000
	Intra-grupos	1180,8	15	78,7		
	Total	2637836,6	17			
Turbidez	Inter-grupos	48,7	2	24,4	524,4	,000
	Intra-grupos	0,7	15	0,0		
	Total	49,4	17			
pH	Inter-grupos	0,051	2	0,26	6,924	,007
	Intra-grupos	0,055	15	0,004		
	Total	0,106	17			
T°	Inter-grupos	5,3	1	5,3	3,9	,076
	Intra-grupos	13,7	10	1,4		
	Total	19,0	11			

Interpretación: En la tabla 19 se observa para cada parámetro evaluado y su respectivo ECA en ambos puntos de monitoreo, el valor cuadrado medio es superior al cuadrado medio del error. Se evidenció que, si existe diferencia significativa entre P1, P2 y el ECA (P1: antes del botadero, P2: después del botadero, ECA: Estándar de Calidad Ambiental. Además, al verificar el valor F de la distribución Fisher se logró un valor estadístico de $F(2,14) = 3,74$, con una confiabilidad del 0,95. Asimismo, F crítico (DQO = 36411,0; DBO₅ = 47104,1; SULFATOS = 66660882,5; O₂ = 158,2; CLORUROS = 299295213,8; ALCALINIDAD = 14192,6; STD = 16746,7; TURBIDEZ = 4,4; pH = 6,924) > 3,74; También, en el procesamiento estadístico en el software IBM SPSS se obtiene: que la significancia (última columna de la Cuadro 1. ANOVA de un factor) es inferior al 0,05 en los siguientes parámetros: Siendo de 0,000 para DQO, DBO₅, SULFATOS, OD, CLORUROS, ALCALINIDAD, STD, TURBIDEZ; 0,07 para pH. así que se rechaza la Hipótesis Nula.

El parámetro temperatura, con 11 grados de libertad para P1 y P2 y una significancia = 0,76 > 0,05 no presenta diferencias significativas entre ambos puntos de monitoreo. Además, al verificar el valor F de la distribución Fisher se logró un valor estadístico de $F(1,8) = 5,32$; con una confiabilidad del 0,95. Asimismo, F crítico 3,9 < 5,32.

4.2.3 Subconjuntos homogéneos

Tabla 20

Subconjuntos Homogéneos – pH

	FACTOR	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
			1	2
Student-Newman-Keuls	ECA	6	7,0000	
	P2: DESPUES DEL BOTADERO	6		8,3700
	P1: ANTES DEL BOTADERO	6		8,4250
	Sig.		1,000	,138
HSD de Tukey	ECA	6	7,0000	
	P2: DESPUES DEL BOTADERO	6		8,3700
	P1: ANTES DEL BOTADERO	6		8,4250
	Sig.		1,000	,289
Duncan	ECA	6	7,0000	
	P2: DESPUES DEL BOTADERO	6		8,3700
	P1: ANTES DEL BOTADERO	6		8,4250
	Sig.		1,000	,138

Tabla 21

Subconjuntos Homogéneos – Turbidez

	FACTOR	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
			1	2	3
Student-Newman-Keuls	P2: DESPUES DEL BOTADERO	6	1,3217		
	P1: ANTES DEL BOTADERO	6		1,7367	
	ECA	6			5,0000
	Sig.		1,000	1,000	1,000
HSD de Tukey	P2: DESPUES DEL BOTADERO	6	1,3217		
	P1: ANTES DEL BOTADERO	6		1,7367	
	ECA	6			5,0000
	Sig.		1,000	1,000	1,000
Duncan	P2: DESPUES DEL BOTADERO	6	1,3217		
	P1: ANTES DEL BOTADERO	6		1,7367	
	ECA	6			5,0000
	Sig.		1,000	1,000	1,000

Tabla 22

Subconjuntos Homogéneos – STD

	FACTOR	Subconjunto para alfa = 0.05	
		3	
Student-Newman-Keuls	P1: ANTES DEL BOTADERO		
	P2: DESPUES DEL BOTADERO		
	ECA	1000,0000	
	Sig.	1,000	
HSD de Tukey	P1: ANTES DEL BOTADERO		
	P2: DESPUES DEL BOTADERO		
	ECA	1000,0000	
	Sig.	1,000	
Duncan	P1: ANTES DEL BOTADERO		
	P2: DESPUES DEL BOTADERO		
	ECA	1000,0000	
	Sig.	1,000	

Tabla 23

Subconjuntos Homogéneos – SST

	FACTOR	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
			1	2
Student-Newman-Keuls	P1: ANTES DEL BOTADERO	6	60,3500	
	P2: DESPUES DEL BOTADERO	6	63,5333	
	ECA	6		100,0000
	Sig.		,833	1,000
HSD de Tukey	P1: ANTES DEL BOTADERO	6	60,3500	
	P2: DESPUES DEL BOTADERO	6	63,5333	63,5333
	ECA	6		100,0000
	Sig.		,975	,065
Duncan	P1: ANTES DEL BOTADERO	6	60,3500	
	P2: DESPUES DEL BOTADERO	6	63,5333	
	ECA	6		100,0000
	Sig.		,833	1,000

Tabla 24

Subconjuntos Homogéneos – Alcalinidad

	FACTOR	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
			1	2
Student-Newman-Keuls	P1: ANTES DEL BOTADERO	6	164,7000	
	P2: DESPUES DEL BOTADERO	6	169,4167	
	ECA	6		518,0000
	Sig.		,069	1,000
HSD de Tukey	P1: ANTES DEL BOTADERO	6	164,7000	
	P2: DESPUES DEL BOTADERO	6	169,4167	
	ECA	6		518,0000
	Sig.		,156	1,000
Duncan	P1: ANTES DEL BOTADERO	6	164,7000	
	P2: DESPUES DEL BOTADERO	6	169,4167	
	ECA	6		518,0000
	Sig.		,069	1,000

Tabla 25

Subconjuntos Homogéneos – Cloruros

	FACTOR	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
			1	2	3
Student-Newman-Keuls	P1: ANTES DEL BOTADERO	6	,1460		
	P2: DESPUES DEL BOTADERO	6		1,4548	
	ECA	6			500,0000
	Sig.		1,000	1,000	1,000
HSD de Tukey	P1: ANTES DEL BOTADERO	6	,1460		
	P2: DESPUES DEL BOTADERO	6		1,4548	
	ECA	6			500,0000
	Sig.		1,000	1,000	1,000
Duncan	P1: ANTES DEL BOTADERO	6	,1460		
	P2: DESPUES DEL BOTADERO	6		1,4548	
	ECA	6			500,0000
	Sig.		1,000	1,000	1,000

Tabla 26

Subconjuntos Homogéneos – OD

	FACTOR	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
			1	2	3
Student-Newman-Keuls	ECA	6	5,0000		
	P1: ANTES DEL BOTADERO	6		6,3833	
	P2: DESPUES DEL BOTADERO	6			6,9167
	Sig.		1,000	1,000	1,000
HSD de Tukey	ECA	6	5,0000		
	P1: ANTES DEL BOTADERO	6		6,3833	
	P2: DESPUES DEL BOTADERO	6			6,9167
	Sig.		1,000	1,000	1,000
Duncan	ECA	6	5,0000		
	P1: ANTES DEL BOTADERO	6		6,3833	
	P2: DESPUES DEL BOTADERO	6			6,9167
	Sig.		1,000	1,000	1,000

Tabla 27

Subconjuntos Homogéneos – Sulfatos

	FACTOR	N	Subconjunto para alfa = 0.05	
			1	2
Student-Newman-Keuls	P2: DESPUES DEL BOTADERO	6	3,4753	
	P1: ANTES DEL BOTADERO	6	3,6305	
	ECA	6		1000,0000
	Sig.		,140	1,000
HSD de Tukey	P2: DESPUES DEL BOTADERO	6	3,4753	
	P1: ANTES DEL BOTADERO	6	3,6305	
	ECA	6		1000,0000
	Sig.		,294	1,000
Duncan	P2: DESPUES DEL BOTADERO	6	3,4753	
	P1: ANTES DEL BOTADERO	6	3,6305	
	ECA	6		1000,0000
	Sig.		,140	1,000

Tabla 28

Subconjuntos Homogéneos – DBO₅

	FACTOR	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
			1	2	3
Student-Newman-Keuls	P1: ANTES DEL BOTADERO	5	1,0900		
	P2: DESPUES DEL BOTADERO	5		1,3220	
	ECA	6			15,0000
	Sig.		1,000	1,000	1,000
HSD de Tukey	P1: ANTES DEL BOTADERO	5	1,0900		
	P2: DESPUES DEL BOTADERO	5		1,3220	
	ECA	6			15,0000
	Sig.		1,000	1,000	1,000
Duncan	P1: ANTES DEL BOTADERO	5	1,0900		
	P2: DESPUES DEL BOTADERO	5		1,3220	
	ECA	6			15,0000
	Sig.		1,000	1,000	1,000

Tabla 29

Subconjuntos Homogéneos – DQO

	FACTOR	N	Subconjunto para alfa = 0.05		
			1	2	3
Student-Newman-Keuls	P1: ANTES DEL BOTADERO	5	3,2700		
	P2: DESPUES DEL BOTADERO	5		3,9660	
	ECA	6			40,0000
	Sig.		1,000	1,000	1,000
HSD de Tukey	P1: ANTES DEL BOTADERO	5	3,2700		
	P2: DESPUES DEL BOTADERO	5		3,9660	
	ECA	6			40,0000
	Sig.		1,000	1,000	1,000
Duncan	P1: ANTES DEL BOTADERO	5	3,2700		
	P2: DESPUES DEL BOTADERO	5		3,9660	
	ECA	6			40,0000
	Sig.		1,000	1,000	1,000

Que a un nivel de significancia del 5%, al comparar las pruebas de rango múltiple se obtuvieron los siguientes resultados: Se localizaron tres comportamientos del factor completamente diferenciados, indicando que hay diferencia significativa entre cada uno de los puntos de monitoreo con el ECA, este último con un valor significativamente diferente a la media de sus parámetros. DQO: P1 = 3,2; P2 = 3,9, ECA = 40,0; DBO₅: P1 = 1,09; P2 = 1,32, ECA = 15; O₂: P1 = 6,3; P2 = 6,9; ECA = 5; Cloruros: P1 = 0,14; P2 = 1,45; ECA = 500; STD: P1 = 180,65; P2 = 195,78; ECA = 1000; Turbidez: P1 = 1,73; P2 = 1,32; ECA = 5.

Así también, se presentó la evaluación que se obtuvo, cuya agrupación si presentó un nivel de significancia mayor a 0,05 en los pares de comparación, SULFATOS: las medias de P1 (3,4) y P2 (3,6), no son diferentes significativamente entre sí, con sig. = 0,14 (Duncan, SNK) y sig. = 0,29 (HSD Tukey). Sin embargo, estuvieron significativamente por debajo del ECA de 1000. ALCALINIDAD: las medias de P1 (164,7) y P2 (169,4), no son diferentes significativamente entre sí, con sig. = 0,69 (Duncan, SNK) y sig. = 0,156 (HSD Tukey). Sin embargo, estuvieron significativamente por debajo del ECA de 518. SST: las medias de P1 (60,35) y P2 (63,5), no son diferentes significativamente entre sí, con sig. = 0,83 (Duncan, SNK) y sig. = 0,975 (HSD Tukey). Sin embargo, estuvieron significativamente por debajo del ECA de 100. pH: las medias de P1 (8,37) y P2 (8,42), no son diferentes significativamente entre sí, con sig. = 0,138 (Duncan, SNK) y sig. = 0,289 (HSD Tukey). Sin embargo, estuvieron significativamente por debajo del ECA de 8,5.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1 Conclusiones

- Los parámetros físicos, químicos del agua de la quebrada Grande por efecto de la contaminación con los lixiviados en el Distrito de Sucre 2018, no sobrepasaron los valores de los Estándares de Calidad Ambiental ECAS para agua de Categoría 3, y cumplen con lo establecido en la normativa.
- Se determinó los parámetros físicos, químicos del agua de la quebrada Grande antes de pasar del botadero de la ciudad de Sucre, donde obtuvieron valores promedios de pH : 8,43; Temperatura: 13,83; Turbidez: 1,74 UNT; Sólidos totales disueltos-STD: 180,65 mg/L; Sólidos suspendidos totales-SST: 72,42 mg/L; Alcalinidad: 164,7 mg/L; Cloruros: 0,15 mg/L; Oxígeno disuelto-OD: 6,38 mg/L; Sulfatos: 3,63 mg/L; DBO₅: 1,09 mg/L y DQO: 3,27 mg/L.
- Se determinó los parámetros físicos, químicos del agua de la quebrada Grande después de pasar frene del botadero de la ciudad de Sucre, donde obtuvieron valores promedios de pH: 8,37; Temperatura: 15,17; Turbidez: 1,32 UNT; Sólidos totales disueltos-STD: 195,78 mg/L; Sólidos suspendidos totales-SST: 76,24 mg/L; Alcalinidad: 169,4 mg/L; Cloruros: 1,45 mg/L; Oxígeno disuelto-OD: 6,92 mg/L; Sulfatos: 3,48 mg/L; DBO₅: 1,32 mg/L y DQO: 3,97 mg/L.

- Los parámetros evaluados estuvieron por debajo de los valores establecidos en los ECAs para agua de Categoría 3. Por lo tanto, no existe impacto del lixiviado generado en el botadero del Distrito de Sucre, sobre el agua de la quebrada Grande, por ende, no altera la calidad del recurso.

5.2 Recomendaciones

- Se recomienda continuar con el monitoreo y evaluación de los parámetros en el lugar donde se desarrolló esta investigación, con la finalidad de generar una línea base y advertir posibles daños ambientales al recurso hídrico de la zona de estudio.
- Se sugiere incluir dentro del perfil de monitoreo, parámetros microbiológicos, metales totales entre otros, para poder verificar la ausencia o presencia de éstos y tomar las medidas de prevención y/o control necesarias, evitando de esta manera el daño ambiental y a la salud pública.

CAPÍTULO VI

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Autoridad Nacional del Agua. (2016). *Priorización de Cuencas para la Gestión de los Recursos Hídricos*. Lima, Perú. Obtenido de [177] <http://repositorio.ana.gob.pe/handle/ANA/205>.

APHA, AWWA, WEF (2017). Standard Methods for examination of water and wastewater. American Public Health Association 22nd ed. Washington.

Arellano, D. y Guzmán, P. (2011). Ingeniería Ambiental. Contaminación ambiental. México, D.F.: Editorial Alfaomega. Obtenido de <https://www.auditorlider.com/wp-content/uploads/2019/07/Ingenieria-Ambiental-Arellano.pdf>.

Argandoña, L. y Macías, R. (2013). Determinación de sólidos totales, suspendidos, sedimentados y volátiles, en el efluente de las lagunas de oxidación situadas en la parroquia Colón, Cantón Portoviejo. (*Tesis de Grado*). Universidad Técnica de Manabí, Manabí, Ecuador.

Astonitas, F. (2018). Propuesta de un sistema de tratamiento de aguas residuales en la empresa Pevastar S.A.C. para disminuir el impacto ambiental. (*Tesis de Grado*). Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Chiclayo, Perú.

- Astorga, C. (2018). Tratamiento de lixiviados de un relleno sanitario: Propuesta y evaluación de un sistema de humedales artificiales. (*Tesis para optar el título de Ingeniero Civil Química*). Universidad de Chile, Santiago de Chile.
- Bustamante, P. (2015). Las actividades agrícolas (arroceras) y domésticas y sus relaciones con la calidad del agua del estero chiquito, Parroquia la Victoria, Cantón Salitre, Provincia Guayas. (*Tesis de Maestría*). Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador.
- Casilla, S. (2014). Evaluación de la calidad de agua en los diferentes puntos de descarga de la cuenca del río Suchez. (*Tesis para optar el Título de Ingeniero Agrícola*). Universidad Nacional del Altiplano-Puno, Perú.
- Castro, L. y Meza, S. (2015). Evaluación de la calidad del agua del acuífero de Morroa-Sucre, mediante análisis fisicoquímico y microbiológico. (*Tesis de Maestría*). Universidad Tecnológica de Bolívar, Cartagena, Bolívar.
- Champi, A. y Villalba, B. (2014). Evaluación de la contaminación por disposición final de residuos sólidos en los centros poblados de Pisac, Coya, Lama y Calca. (*Tesis de Grado*). Universidad Nacional de San Antonio Abad, Cuzco, Perú.
- Chávez, C. (2016). Determinación de metales pesados en el agua del manantial la quintilla y línea de conducción del sistema de agua potable del Distrito de Sucre–Celendín. (*Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Ambiental*). Universidad Nacional de Cajamarca, Perú.

Chuquimbalqui, Y. (2017). Determinación de los parámetros físico – químicos y biológicos del agua del río Tío Yacu, para uso recreacional y riego de vegetales, del Distrito de Elías Soplín Vargas – Rioja, 2015. (*Tesis para optar el Grado de Ingeniero Sanitario*). Universidad Nacional de San Martín, Moyobamba, Perú.

Cisterna, P y Peña, D. (2017). Determinación de la relación DQO/DBO₅ en aguas residuales de comunas con población menor a 25.000 habitantes en la VIII Región. Obtenido de <http://www.bvsde.paho.org/bvsaidis/chile13/trab-12.pdf>.

Coello, J., Ormaza, R., Déley, A., Recalde, C., y Ríos, A. (2015). Aplicación del ICA-NSF para determinar la calidad del agua de los ríos Ozogoche, Pichahuiña y Pomacocho-Parque Nacional Sangay-Ecuador. *Revista del Instituto de Investigación (RIIGEO)*, 30 (66-71).

Córdoba, C. (2017). Calidad del agua en la microcuenca del río Challhuahuacho comparado con los estándares de calidad ambiental para riego y bebedero (ECA) en la zona de Challhuahuacho, Cotabamba – Apurímac. (*Tesis para optar el Título de Ingeniero Geólogo*). Universidad Nacional de Cajamarca, Cajamarca, Perú.

Déniz, F. (2010). Análisis estadístico de los parámetros DQO, DBO₅ y SS de las aguas residuales urbanas en el ensuciamiento de las membranas de ósmosis inversa. (*Tesis Doctoral*). Universidad Nacional de las Palmas de Gran Canaria.

Díaz, A. (2018). Determinación de la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua de la quebrada Chupishiña, distrito de Rumisapa, provincia de Lamas y región San Martín.

- (*Tesis para optar el Título de Ingeniero Ambiental*).Universidad Peruana Unión, Tarapoto,Perú.
- Díaz, M., Tarrillo, M. y Campos, I. 2020. Caracterización y evaluación de los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos de las aguas de la quebrada Colpamayo, Chota. *Revista Ciencia Nor@ndina*, 3(1), 13–23, Obtenido de <https://doi.org/10.37518/2663-6360X2020v3n1p13>.
- Forero, G. (2015). Caracterización físico-química y microbiológica del agua del río Soacha, Cundinamarca, Colombia. *Revista de Investigación Agraria y Ambiental*, 6(2), 119-144. Obtenido de <https://hemeroteca.unad.edu.co/index.php/riaa/article/view/1410>.
- Gómez, V. (2018). Afectaciones ambientales de los lixiviados generados en los rellenos sanitarios sobre el recurso agua. *Monografía de Grado*. Universidad Industrial de Santander, Bucaramanga, Colombia.
- Gonzales, D., Orozco, B., Pérez, S., Rodríguez, V. y Alfayate, B. (2012). Contaminación ambiental: Una visión desde la química. Madrid, España: Paraninfo.
- Hurtado, M. (2013). Calidad del agua superficial en Latinoamérica. (*Trabajo de Investigación*.) Universidad de San Carlos de Guatemala, Guatemala.
- Izquierdo, U. (2016). Evaluación de la calidad ambiental de las fuentes de agua en el área de influencia del botadero municipal de la Ciudad de Yurimaguas, Región Loreto – 2015. (*Tesis para optar el Título de Ingeniero Ambiental*). Universidad Nacional de Cajamarca, Perú.

- Martínez, J. (2017). Calidad fisicoquímica y bacteriológica del agua de consumo humano del Distrito de Samán, Provincia de Azángaro – Puno. (*Tesis de Grado*). Universidad Nacional del Altiplano. Puno, Perú.
- Mego, R., Pilco, C., Chavez, O., Leiva, T. y Oliva, C. (2016). Impacto en la calidad del agua de la quebrada "El Atajo" ocasionado por el botadero de rondón de la ciudad de Chachapoyas, Amazonas, Perú. *Revista INDES*, 80-87.
- Mejía, F. y Pérez, K. (2016). Eficiencia del tratamiento de aguas residuales domésticas mediante biodigestor pre fabricado en la subestación eléctrica Cotaruse, Apurímac. (*Tesis de Pregrado*). Universidad Nacional Agraria la Molina, Lima, Perú.
- Meza, V. (2016). Calidad del recurso hídrico de la subcuenca del río Lampa. -Huancayo. (*Tesis optar el Título de Ingeniero Forestal y Ambiental*). Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo.
- Ministerio del Ambiente (2017). *Estándares de Calidad Ambiental para Agua (ECAs). Para agua de Categoría III*. Obtenido de <https://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-estandares-calidad-ambiental-eca-agua-establecen-disposiciones>.
- Montalvo, J. y Quispe, M. (2020). Estudio de la calidad del agua en la quebrada de la comunidad San José de Canay, Cajamarca en el año 2019. (*Tesis para optar el Título de Ingeniero Ambiental*). Universidad Privada del Norte, Cajamarca, Perú.

- Nizama, E. (2014). Evaluación del grado de contaminación del sector urbano río Chira por aguas residuales de la Ciudad de Sullana, Provincia de Sullana, Departamento de Piura. (*Tesis de Grado*). Universidad Nacional de Piura, Perú.
- Ocampo, Z. (2013). Evaluación del estado actual de la calidad del agua de la quebrada la Jaramilla, Municipio de la Tebaida, Departamento del Quindío. (*Tesis de Maestría*). Universidad de Manizales, Colombia.
- Organismo de Evaluación y Fiscalización Ambiental (2015). *Instrumentos básicos para la fiscalización ambiental*. Lima. Obtenido de <https://repositorio.unh.edu.pe/bitstream/handle/UNH/3465/TESIS-2021>.
- Pérez, M. (2017). Simulación matemática de la interacción entre la Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO_5) y el Oxígeno Disuelto (OD) en el Río Chili con el método de los elementos finitos. (*Tesis para optar el Título de Ingeniero Químico*). Universidad Nacional de San Agustín, Arequipa, Perú.
- Puerta, L. (2019). Determinación de la influencia de la descarga del río Mayo en la calidad de agua del río Huallaga, a través de los ICA – PE. (*Tesis para optar el título de Ingeniero Ambiental*). Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto.
- Ramírez, H. (2014). Determinación de los niveles de contaminación del agua por la disposición final de residuos sólidos generados en la ciudad de Moyobamba - 2014. Moyobamba - San Martín. (*Tesis de grado*). Universidad Nacional de San Martín, Tarapoto, Perú.

- Robles, E., Ramírez, E., Durán, A., Martínez, M. y Gonzales, M. (2013). Calidad bacteriológica y fisicoquímica del agua del acuífero Tepalcingo–Axochiapan, Morelos México. *Revista Avances en Ciencias e Ingeniería*, 4(1), 19–28. Obtenido de http://www.exeedu.com/publishing.cl/av_cienc_ing/2013/Vol1/Nro1/2-ACI1142-12-full.pdf.
- Rojas, B. (2016). Evaluación de la calidad físico química de las fuentes de agua vertidos con lixiviados del botadero de residuos sólidos y sus efectos en la salud pública de la población de la zona periférica del botadero de Cancharani (*Tesis de Maestría*). Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.
- Rusbeth, C. (2019). Evaluación de la contaminación físico-química y microbiológica de las aguas superficiales del río San Juan afectadas por la empresa minera El Brocal S.A. – 2019 (*Tesis para optar el Título de Ingeniero Ambiental*). Universidad Nacional Daniel Alcides Carrión, Cerro de Pasco, Perú.
- Severiche, C. y González, U. (2012). Evaluación analítica para la determinación de sulfatos en aguas por método turbidimétrico modificado: Aguas de Cartagena SA ESP. *Ingenierías USBMed*, 3(2),6-11.
- Sotil, R. y Igor, F. (2016). Determinación de parámetros físicos, químicos y bacteriológicos del contenido de las aguas del río Mazán (*Tesis para optar el Título de Ingeniero Químico*). Universidad Nacional de la Amazonía Peruana. Iquitos, Perú.

- Tamani, A. (2014). Evaluación de la Calidad de Agua del Rio Negro en la Provincia de Padre Abad, Aguaytía (*Trabajo de Titulación*). Universidad Nacional Agraria de la Selva, Tingo María, Perú.
- Tambo, C. (2015). Propuesta de un índice de calidad del agua como herramienta de gestión para los humedales capitalinos. (*Tesis de pregrado*). Universidad Santo Tomás, Bogotá.
- Teves, B. (2016). Estudio fisicoquímico de la calidad del agua del río Caca, Región Lima. (*Tesis de Maestría*). Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Triveño, S. (2016). Influencia del agua del río Mariño en la calidad del agua del río Pachachaca. (*Tesis para optar el Título de Ingeniero Ambiental*). Universidad Tecnológica de los Andes, Abancay, Perú.
- Valderrama, J. (2018). Evaluación ambiental del botadero de Haqira, Distrito de Santiago, Cusco, mediante la metodología Eviave. (*Tesis para optar el Título de Ingeniero Ambiental*). Universidad Nacional Federico Villarreal, Cuzco, Perú.

CAPÍTULO VII

APENDICE



Figura 14. Ubicación de la quebrada Grande frente al botadero municipal



Figura 15. Muestreo del agua de la quebrada Grande antes de pasar frente del botadero



Figura 16. Muestreo del agua de la quebrada Grande después de pasar frente del botadero



Figura 17. Muestras de agua de los parámetros físicos, químicos debidamente etiquetados y rotulados para su análisis



Figura 18. Muestras de agua del parámetro oxígeno disuelto debidamente rotulado para su análisis

Informe de resultados de los análisis de muestras de agua



LABORATORIO REGIONAL
AGUA

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA
GOBIERNO REGIONAL CAJAMARCA

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



INACAL
DA - Perú
Laboratorio de Ensayo
Acreditado
Registro N° LE - 084

INFORME DE ENSAYO N° IE 0119029

ENSAYOS			FISICOQUÍMICOS					
Código Cliente			P1 - AFLUENTE	P2 - EFLUENTE	-	-	-	-
Código Laboratorio			0119029-01	0119029-02	-	-	-	-
Matriz			NATURAL	NATURAL	-	-	-	-
Descripción			Superficial	Superficial	-	-	-	-
Localización de la Muestra			Caserío Conga de Urquía	Caserío Conga de Urquía	-	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
(*) Oxígeno Disuelto	mg O ₂ /L	0.5	6.8	7.0	-	-	-	-

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

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizados
Oxígeno Disuelto (OD)	mg O ₂ /L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-O C, 23rd Ed. 2017: Oxygen (Dissolved). Azide Modification.

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 lo 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.



Ing. Qco. Mariano de la Cruz Sarmiento
Analista Responsable de Química
CIP: 119544

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

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

Cajamarca, 21 de Enero de 2019.

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 SN. URB. EL BOSQUE, CAJAMARCA - PERÚ
e-mail: laboratorioelagua@regioncajamarca.gob.pe PDFNO: 596000 anexo 1140



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 0119018

ENSAYOS			FISICOQUÍMICOS					
Código Cliente			P1 - AFLUENTE	P2 - EFLUENTE	-	-	-	-
Código Laboratorio			0119018-01	0119018-02	-	-	-	-
Matriz			NATURAL	NATURAL	-	-	-	-
Descripción			Superficial	Superficial	-	-	-	-
Localización de la Muestra			Caserío Conga de Urquia	Caserío Conga de Urquia	-	-	-	-
Parámetro	Unidad	LCM	Resultados					
Fluoruro (F ⁻)	mg/L	0.038	0.109	0.091	-	-	-	-
Cloruro (Cl ⁻)	mg/L	0.065	0.141	1.428	-	-	-	-
Nitrato (NO ₃ ⁻)	mg/L	0.050	<LCM	<LCM	-	-	-	-
Bromuro (Br ⁻)	mg/L	0.035	<LCM	<LCM	-	-	-	-
Nitrato (NO ₃ ⁻)	mg/L	0.064	<LCM	<LCM	-	-	-	-
Sulfato (SO ₄ ⁻²)	mg/L	0.070	3.652	3.668	-	-	-	-
Fosfato (PO ₄ ⁻³)	mg/L	0.032	<LCM	<LCM	-	-	-	-
Turbidez	NTU	0.09	1.65	1.05	-	-	-	-
* pH a 25°C	pH	NA	8.33	8.21	-	-	-	-
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	2.5	<LCM	<LCM	-	-	-	-
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	2.5	173.5	192.0	-	-	-	-
Demanda Bioquímica de Oxígeno (DBO ₅)	mg O ₂ /L	2.6	<LCM	<LCM	-	-	-	-
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O ₂ /L	8.3	<LCM	<LCM	-	-	-	-
(*) Alcalinidad Total (CaCO ₃)	mg CaCO ₃ /L	0.5	162.9	168.6	-	-	-	-

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

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

Maria de la Cruz Sarmiento
Ing. Qca. Mariana de la Cruz Sarmiento
Analista Responsable de Química
CIP: 119544

Cajamarca, 21 de Enero de 2019.

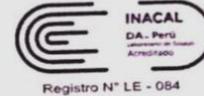
2 de 3

Métodos de ensayo utilizados



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 0119018

Ensayo	Unidad	Método de Ensayo Utilizados
Aniones (Fluoruro, Cloruro, Nitrito, Bromuro, Sulfato, Nitrate, Fosfato, N-NO ₂ , N-NO ₃ , P-PO ₄ , N-NO ₂ +N-NO ₃)	mg/L	EPA Method 300.1 Rev. 1.0 1997 (VALIDADO) 2017. Determination of Inorganic Anions in Drinking Water by Ion Chromatography.
Turbidez	NTU	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2130. B. 23rd Ed. 2017. Turbidity. Nephelometric Method
Potencial de Hidrogeno (pH) a 25°C	pH	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-H+ B. 23rd Ed. 2017. pH Value. Electrometric Method
Sólidos Suspendidos Totales	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 A, D. 22nd Ed. 2012. Solids. Total Suspended Solids Dried at 103 - 105°C
Sólidos Disueltos Totales	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 A, C. 22nd Ed. 2012. Solids. Total Dissolved Solids Dried at 180°C
Alcalinidad Total (CaCO ₃)	mg/L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2320 B. 23rd Ed. 2017. Alkalinity. Titration Method.
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
Demanda Química de Oxígeno (DQO)	mg O ₂ / L	SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5220 D. 23rd Ed. 2017. Chemical Oxygen Demand (COD) Closed Reflux, Colorimetric Method

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 lo 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.



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

Cajamarca, 21 de Enero de 2019.

LABORATORIO REGIONAL
DEL AGUA

3 de 3



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 0119029

DATOS DEL CLIENTE/USUARIO

Razon Social/Usuario **DIANA ZEGARRA CHAVEZ**
 Dirección **Caserio Conga de Urquia - Sucre**
 Persona de contacto - Correo electrónico **dayana.142@hotmail.com**

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha del Muestreo **17.01.19** Hora de Muestreo **14:50 a 15:18**
 Tipo de Muestreo **Puntual**
 Número de Muestras **02** N° Frascos x muestra **01**
 Ensayos solicitados **Fisicoquímicos**
 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 personal usuario**
 Procedencia de la Muestra: **CASERIO CONGA DE URQUIA - SUCRE**

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato **SC - 018** Cadena de Custodia **CC - 029 - 19**
 Fecha y Hora de Recepción **18.01.19 10:15** Inicio de Ensayo **18.01.19 10:30**
 Reporte *Final de* Resultados **21.01.19 16:00**

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

Blgo. Enver Zulueta Santa Cruz
Responsable Técnico (e)
CBP: 9778

Cajamarca, 21 de Enero de 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 0119018

DATOS DEL CLIENTE/USUARIO

Razon Social/Usuario **DIANA ZEGARRA CHAVEZ**
 Dirección **Caserío Conga de Urquia - Sucre**
 Persona de contacto **-** Correo electrónico **dayana.142@hotmail.com**

DATOS DE LA MUESTRA

Fecha del Muestreo **13.01.19** Hora de Muestreo **15:30 a 15:40**
 Tipo de Muestreo **Puntual**
 Número de Muestras **02** N° Frascos x muestra **03**
 Ensayos solicitados **Fisicoquímicos**
 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 personal usuario**
 Procedencia de la Muestra: **CASERIO CONGA DE URQUIA - SUCRE**

DATOS DE CONTROL DEL LABORATORIO

N° Contrato **SC - 018** Cadena de Custodia **CC - 018 - 19**
 Fecha y Hora de Recepción **14.01.19 07:30** Inicio de Ensayo **14.01.19 10:20**
 Reporte *Final de* Resultados **21.01.19 10:40**

LABORATORIO REGIONAL DEL AGUA

[Signature]

Blgo. Enver Zulueta Santa Cruz
Responsable Técnico (e)
CBP: 9778

Cajamarca, 21 de Enero de 2019.