



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AMBIENTAL**

**Aplicación de un modelo matemático para determinar la calidad  
del agua de la quebrada Rumiycu, Moyobamba, 2020**

**TRABAJO DE INVESTIGACIÓN PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:  
Bachiller en Ingeniería Ambiental**

**AUTORES:**

Córdova García, Oscar (ORCID: 0000-0003-2723-0108)

Díaz López, José Luis (ORCID: 0000-0002-9756-7606)

**ASESORES:**

Mg. Montilla Pérez, Lindsay (ORCID: 0000-0002-7474-7831)

Mg. López Rojas, Jhon Jairo (ORCID: 0000-0001-6726-5095)

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Calidad y Gestión de los Recursos Naturales

MOYOBAMBA – PERÚ

2020

## Índice de contenidos

Índice de tablas .....	3
Índice de figuras.....	4
RESUMEN .....	5
ABSTRACT.....	6
I. INTRODUCCIÓN .....	7
II. METODOLOGÍA .....	10
III. DESARROLLO.....	12
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN .....	17
IV. CONCLUSIONES .....	24
V. RECOMENDACIONES.....	26
BIBLIOGRAFÍA .....	28
ANEXOS.....	33

## Índice de tablas

Tabla 1.	Resultados de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de calidad de agua de la quebrada Rumiyacu.....	10
Tabla 2.	Correlación los análisis fisicoquímicos y microbiológicos de calidad de agua de la quebrada Rumiyacu .....	11
Tabla 3.	Modelos matemáticos de las regresiones utilizadas.....	12

## Índice de figuras

Figura 1.	<i>Regresión lineal entre pH y demanda química de oxígeno para el muestreo en la quebrada Rumiyacu.....</i>	13
Figura 2.	<i>Regresión lineal entre pH y plomo para el muestreo en la quebrada Rumiyacu.....</i>	13
Figura 3.	<i>Regresión lineal entre nitratos y arsénico para el muestreo en la quebrada Rumiyacu .....</i>	14
Figura 4.	<i>Regresión lineal entre nitratos y plomo para el muestreo en la quebrada Rumiyacu .....</i>	14

## RESUMEN

El presente estudio tuvo como objetivo de realizar una propuesta de modelo modelamiento matemático con el propósito de poder determinar la calidad del agua de la quebrada Rumiycu. Para el presente estudio se tuvo como punto de muestreo a las coordenadas 281271 NORTE: 9325561, los resultados utilizados fueron caracterizados por la empresa ANAQUIMICOS, se realizó un análisis de correlación entre los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, al presentar una correlación significativa entre los parámetros en estudio se aplicó una regresión para obtener un mejor ajuste del modelo se empleó el Software SPSS. Se obtuvo como resultados que de todos los parámetros evaluados solo la demanda química de oxígeno no sobrepasa los ECAS del agua según la categoría 1, adicionalmente existe una correlación significativa entre el parámetro pH en relación a los parámetros DQO y plomo y de los nitritos con los parámetros plomo y arsénico. Sin embargo, la correlación más alta es entre el pH y plomo siendo el valor de  $R = ,728$  y  $R^2 = 0,530$ . Se concluye que los modelos que se plantearon en el presente trabajo permiten estimar para el punto de muestreo determinado el comportamiento de los parámetros DQO, plomo y arsénico a partir de los parámetros pH y nitritos.

**Palabras clave:** parámetros fisicoquímicos, ECAS, regresión lineal.

## ABSTRACT

The objective of this study was to carry out a mathematical modeling in order to determine the quality of the water in the Kernan stream. For the present study, the X: 350935 Y: 9281017 coordinates were taken as the sampling point, the results used were characterized by the KNS company, a correlation analysis was performed between the physicochemical and microbiological parameters, presenting a significant correlation between the parameters under study a regression was applied to obtain a better fit of the model the SPSS software was used. It was obtained as results that of all the parameters evaluated, only the chemical oxygen demand does not exceed the ECAS of water according to category 1, additionally, there is a significant correlation between the pH parameter in relation to the COD and lead parameters and the nitrites with the lead and arsenic parameters. However, the highest correlation is between pH and lead with the value of  $R = 0.728$  and  $R^2 = 0.530$ . It is concluded that the models that have been defined in the present work allow estimating for the determined sampling point the behavior of the COD, lead and arsenic parameters from the pH and nitrite parameters.

**Keywords:** physicochemical parameters, ECAS, linear regression

## I. INTRODUCCIÓN

Según (Hualpa, 2012, p.35) La contaminación ambiental es una problemática a nivel global siendo uno de los principales problemas la contaminación de los ríos, los cuales son originados por la actividad del hombre por causa principal a la falta de conocimiento de los pobladores. Según (Valencia, 2007) la contaminación de las fuentes hídricas es la principal problemática más antiguos de contaminación, el cual se ha incrementado a través del tiempo y aún más en los últimos años. A pesar de su función importante en nuestra rutina diaria y de su valor para el hombre, el agua es el recurso que más se utilizada en nuestro planeta, el cual es malgastada por actividades como la agricultura (Magdaleno, 2004., p.23)

El agua es un recurso de vital importancia, por lo cual es un elemento que es imprescindible para la configuración de los sistemas ambientales, por tal motivo, su uso eficiente y su conservación se han convertido en una necesidad vital para lograr el aseguramiento de esta para las futuras generaciones, por lo que hoy en día se han creado diferentes mecanismos que involucran normativas, que se ajustan y responden a demandas desde el ámbito internacional hasta el local (Mora y Daza, 2016, p.2)

Según Viera (2015, p.2) el incremento del consumo del agua por causa del crecimiento demográfico, al desarrollo económico y a la exposición de manera diversa de los recursos hídricos, lo que ha traído consigo el aumento de la reducción de la disponibilidad del recurso hídrico en el planeta. Así mismo, las actividades que realiza el hombre han degradado el entorno de varias formas siendo los más afectados los cuerpos de agua. De tal forma, el monitoreo de la calidad de las aguas superficial es imprescindible para una administración adecuada de los recursos, con el propósito de buscar el control y remediar la contaminación (Organización Mundial de Salud, 2017, p.2)

En el Perú la gestión de los recursos hídricos carece de una planificación de manera integral para su aprovechamiento, según el (MINAGRI, 2018) existe una descarga anual de más de 984.5 millones m<sup>3</sup> de aguas residuales, las cuales el 64%

proviene de origen doméstico, el 5.6% de las industrias, 4.4% de actividades pesqueras el 25.6% por la minería y 0.2% de actividades petroleras.

Ante lo señalado Pinedo (2017, p.16) manifiesta que la calidad del agua de fuentes hídricas superficiales como quebradas y ríos es un tema que preocupa no solo a las instituciones de materia ambiental, sino también a la población que se sitúa de las quebradas y ríos puesto que la calidad del recurso hídrico influye de manera directa en la calidad de vida de la población.

La quebrada Rumiyacu es un recurso hídrico que cuenta el distrito de Moyobamba, la cual es utilizada de diversas maneras por la población aledaña. Sin embargo, las actividades que el hombre realiza dentro de su área de influencia son preocupantes, ante dicha situación es importante conocer la calidad del agua que presenta dicho recurso hídrico.

Es importante mencionar que Pérez y otros (2009) realizaron un modelo matemático con el fin de poder analizar la calidad del agua en dos puntos del río Guachinango para lo cual analizaron la relación de los indicadores fisicoquímicos con los indicadores microbiológicos, para lo cual se tuvo en cuenta las caracterizaciones existentes en dos puntos de la microcuenca. Lograron concluir que existe una correlación positiva entre el pH en relación a la DBO y DQO, así como la conductividad eléctrica con los coliformes totales.

Montelongo (2007) realizó un estudio de modelamiento de la calidad del agua del río Tula en el estado Hidalgo, por lo cual el estudio se desarrolló durante 2 años donde su área de estudio fue de 50 km en 4 lugares presentando 35 puntos de muestreo. Permite concluir que todos los puntos de monitoreo sobrepasan lo establecido en la normativa mexicana.

Por su parte Dextre (2014) realizó un tipo de modelo matemático para lograr evaluar la calidad de agua que presenta el mar en la bahía del Callao, de tal forma se utilizó el análisis de varianza y el análisis de regresión lineal se trabajó con parámetros fisicoquímicos mediante modelos matemáticos en correlación con las variables,



logran concluir que la calidad del agua del mar se debe a la alta presencia de carga orgánica, microorganismos y metales pesados.

La determinación de la calidad del agua de fuentes superficiales, requiere de costosos análisis que ocasionan la dificultad de lograr la sistematización de los mismo, por lo que es importante tener herramientas y equipos que faciliten estas evaluaciones para su activación en el monitoreo de calidad de agua. Por tal motivo, se justifica el presente trabajo con el propósito de poder definir relaciones que propicien la estimación de la calidad de las aguas superficiales, por medio del seguimiento de indicadores fisicoquímicos de determinación fácil (Zimerman, 2015, p.12)

Ante lo señalado el presente trabajo tuvo como finalidad de utilizar un modelo matemático para determinar la calidad del agua de la quebrada Rumiyacu, Moyobamba, 2020.

## **II. METODOLOGÍA**

### **2.1. Descripción del área de estudio**

El presente trabajo se realizó en el distrito de Moyobamba, provincia de Moyobamba, región San Martín, específicamente en la quebrada Rumiycu.

### **2.2. Procedimiento**

#### **Identificación de punto de monitoreo**

Para la identificación del punto de monitoreo establecido se siguió en relación al protocolo nacional de recursos hídricos superficiales sobre la calidad (ANA, 2016, P.12). Es importante mencionar que según Borges (2014) para seleccionar los puntos de monitoreo es importante considerar tramos de la quebrada donde se desarrolla diversas actividades por el hombre, la presente investigación tendrá como punto de monitoreo las coordenadas siguientes X: 281271 Y: 9325561

#### **Resultados de la Caracterización del agua de la quebrada Rumiycu.**

Para la presente investigación se utilizó los resultados obtenidos por la empresa KNS ingeniería sostenible en la caracterización microbiológica y fisicoquímica de las aguas superficiales de quebrada Rumiycu. Por lo cual se determinaron los siguientes parámetros: pH, turbiedad, DBO<sub>5</sub>, DQO, plomo, arsénico, nitritos, coliformes termotolerantes, y se comparó con los estándares de calidad ambiental para agua.

#### **Frecuencia de monitoreo**

Con la finalidad de observar los cambios que ocurren en determinados periodos en la calidad del agua, se realizó monitoreos cada 15 días siendo las fechas de monitoreo inicial el 11 de enero y teniendo como último monitoreo el 13 de marzo de 2020.

### **2.3. Métodos**

En relación a la metodología aplicada en el presente trabajo se realizó un análisis de correlación entre los parámetros microbiológicos y fisicoquímicos. Al presentar casos de existencia de correlación alta se procedieron las correspondientes evaluaciones de regresión con el propósito de obtener modelos de mejores ajustes. Por lo cual se empleó el software IBM SPSS Statistics Versión 25.

### III. DESARROLLO.

Para el desarrollo de esta investigación se ha revisado material bibliográfico a nivel internacional por lo que se detalla a continuación:

Da Silva Ferreira, Matheus y otros (2020) su trabajo de investigación consistió en evaluar las propiedades fisicoquímicas producto de la industria farmacéutica en Brasil. Tuvieron como finalidad evaluar las propiedades fisicoquímicas y la disolución de la aplicación de hidroclorotiazida (HCTZ), nifedipina (NIF), y furosemida (FUR), que son medicinas de escasas de solubilidad en agua, en materias primas y fórmulas medicinarías. Los resultados que obtuvieron en dicho análisis advierten que las variables de calidad y separación del fármaco, los perfiles pueden haber sido actuados por la morfología y la magnitud de los cristales y procesos avanzados.

Por otro lado, Ramírez, Santiago y otros (2019) realizaron una investigación sobre la caracterización de parámetros fisicoquímicos y biológicos en fuente hídrica del río Frio con macroinvertebrados. La finalidad fue determinar la calidad del efluente, utilizando especies de macroinvertebrados bentónicos como criterios biológicos, junto con parámetros fisicoquímicos. Concluyendo que efluente del río Frío es altamente contaminada; asimismo, muestra poca diversidad en las especies de macroinvertebrados, y se descubrió que el efecto de los indicadores es independiente según el tiempo.

Asimismo, Torres, Susan y otros (2019) realizaron un proyecto de investigación que trato sobre la evaluación de la calidad del efluente del río Cravo Sur en Casanare, Colombia, tuvieron como objetivo caracterizar la calidad de agua del área media de este flujo, mediante técnicas analíticas fisicoquímicas. Par ello se administró 22 muestras, conteniendo 2000 ml cada una, con el motivo de evaluar los parámetros fisicoquímicos solidos suspendidos totales, pH, oxígeno disuelto, temperatura, demanda química de oxígeno y conductividad. Concluyeron que los indicadores ICA en término medio estuvieron entre 0,62 y 0,86 para las temporadas de invierno e verano, evidencia que el efluente puede ser aprovechada para abastecer la planta de procedimiento que demandará mayor tratamiento durante temporadas frías.

Además, Mola-Fines, Barbara y otros (2019) hicieron una investigación sobre calidad del agua en la producción de organopónicos en Cuba. El objeto de análisis ha sido evaluar la predominación de la calidad del agua en la productividad de hortalizas en organopónicos del municipio Camagüey. Llegaron a la siguiente conclusión: Se verifico el efecto de la calidad del agua de riego sobre los limites valorados en cultivos seleccionados y se obtuvo que los indicadores del agua con mayor incidencia fueron: la conductividad eléctrica (CE), la acidez (pH), las sales solubles totales (SST) y la relación de absorción de sodio (RAS).

De tal modo se hizo la revisión de material bibliográfico a nivel nacional como la manifiesta Cotrina Jhon y Portal Merly (2020) realizaron una investigación sobre la evaluación de la calidad del efluente del rio Muyoc aplicando los ICA en Cajamarca. El propósito de la investigación fue evaluar la calidad de agua del río Muyoc según ICA – PE. Los resultados que obtuvieron indican que en el primer monitoreo cloruros M1= 9217.78; M2= 7090.6 y M3= 7799.6 y pH: M1=4.5; M2=4.03; M3= 4.3 son los parámetros que sobrepasan los valores establecidos por del ECA – Agua. Del segundo análisis se obtuvo como resultados que, ningún parámetro sobrepasa los valores del ECA – Agua, concluyeron que al evaluar el ICA – PE, determina que la calidad en el primer monitoreo en época de estiaje es BUENA y en el segundo monitoreo en época de lluvia es EXCELENTE.

Por otra parte, Ancieta, Carlos (2014) realizo una tesis que trato sobre la determinación de los parámetros fisicoquímicos en el mar de bahía del callao aplicando un tipo de modelo matemático. La finalidad fue realizar un tipo de modelamiento matemático para los indicadores microbiológicos y fisicoquímicos del agua mar en la Bahía del Callao. Concluyo que, si es viable predecir la calidad del agua de mar mediante el empleo de este tipo de modelo matemático.

Además, Quispe, German y otros (2019) realizaron un estudio sobre el contenido de metales pesados como principales contaminantes del agua superficial del rio Coata en Perú. Teniendo como objetivo precisar la cantidad de arsénico y fósforo , y de otros metales pesados que son principales indicadores de contaminación de las aguas superficiales del río coata, que es el afluente del lago Titicaca, Perú. Obtuvieron el siguiente resultado: Las manifestaciones más significantes fueron:

fósforo 10.289 mg/L, arsénico 0.028 mg/L, hierro 0.870 mg/L, manganeso 0.470 mg/L y aluminio 1.045 mg/L, concluyendo que los indicadores sobrepasan la normativa vigente nacional establecidos en los Estándares de Calidad Ambiental del MINAM.

Por último se ha investigado fuentes a nivel local y provincial sobre lo relacionado al tema, como lo manifiesta Puerta, Cesia (2019) en su tesis que trató sobre la alteración de la calidad del efluente del río Mayo sobre el río Huallaga haciendo uso del indicador de calidad del agua ICA. El objetivo fue decidir la predominación de la descarga del flujo de aguas del Mayo, en la calidad de agua del flujo de aguas del Huallaga. Obtuvo el resultado que las estaciones ubicadas en el flujo de las aguas del Huallaga, previamente y luego de su confluencia con el flujo del agua del Mayo, presentaron cierta alteración, con valores de 83.05 y 86.74 respectivamente (calidad buena). Aseverando con un grado de confianza de 95% que no existe prueba suficiente para afirmar que el flujo del Mayo influye de manera significativa sobre la calidad de agua del flujo del Huallaga en relación a los límites valorados.

Asimismo, Cruz, Maico (2015) en su tesis trató sobre la caracterización de la calidad del agua de los parámetros fisicoquímicos y bacteriológicos en los baños termales de San Mateo, Moyobamba. El objeto de análisis ha sido decidir la calidad físico-química y bacteriológica del agua en las piscinas del centro turístico los baños termales de San Mateo. Los resultados conseguidos en laboratorio como in situ, que paralelamente definieron que la calidad del agua cumple con los indicadores de los ECAs en categoría 1 sub categoría B1 para uso recreacional. Concluyó que los factores bacteriológica y fisicoquímicos del agua en las piscinas del centro turístico los baños termales de San Mateo cumplen con la normativa vigente señalada anteriormente.

Por otro lado, Sánchez, Vertil (2015) en su investigación evaluó los límites fisicoquímicos en la quebrada el Herrero y su predominación en las cualidades organolépticas. El propósito primordial fue establecer la predominación de los valores físicos y químicos del agua en las cualidades organolépticas en la quebrada el Herrero. Donde concluyó que dichas cualidades permanecen alterados en su estado natural de la fuente; además, se puede indicar que las cualidades

organolépticas como son el color, olor y sabor son afectadas colateralmente por los parámetros físicos y químicos indicados.

Por otra parte, se han considerado teorías relacionadas al tema: el agua “es una sustancia con particularidades exclusivas, de enorme sentido para las formas de vida, el más copioso en el medio natural y decisivo en los procesos biológicos y fisicoquímicos que posee la naturaleza” (Lopez Juan y otros. 2015).

Asimismo, el término calidad del agua “hace alusión de manera directa a la salud de los ecosistemas y paz humano: de ella es dependiente la diversidad biológica, la calidad de los alimentos, la ocupación económica, etc.” ( Jorge Villena. 2018).

No obstante, las aguas residuales “Son cada uno de esas aguas que fueron utilizados en los espacios domésticos y urbanos, en las industrias y ganaderías, estas tienen dentro una gigantesca proporción de recursos contaminantes, ya sean rígidos o disueltos en la misma agua” (Arriols Enrique. 2014). Estas se catalogan en “aguas domésticas que provienen de viviendas o montajes comerciales públicas o privadas, aguas residuales pecuarias estas son procedentes de acciones ganaderas o granjas, aguas residuales de origen agrícola, generados por la utilización de productos químicos en los cultivos, aguas residuales industriales provienen de las grandes industrias de todo tipo donde utilizan agua a elaboración de productos y el residuo es vertido a una fuente. (Metcalf y Eddy. 1995).

Por otra parte, se vio los parámetros físicos del agua como el pH que es “un indicador que mide la alcalinidad o acidez de una ruptura. El pH cataloga la cantidad de iones hidronio  $[H_3O^+]$  que se localizan en determinadas sustancias” (Rosero. 2010).

Asimismo, las cualidades químicas como el Plomo (Pb) pertenece a los metales más peligrosos; este metal es considerado perjudicial ya que no es degradable ni química ni biológicamente, además es bioacumulable y crea un impacto tóxico” (AUTORIDAD NACIONAL DEL AGUA, 2010). El DBO es la proporción de oxígeno que los organismos necesitan para vivir y desarrollarse, generalmente como bacterias, plancton y hongos,. Se expresa en mg / l (Ferrero. 2004). El DQO “es un parámetro que se utiliza de manera recurrente en las EDAR (Estaciones de Depuración de Agua Residual) municipales o bien en los vertidos

industriales”(Summum. 2020). Los nitratos “se determina por no tienen color ni sabor y se localiza en el medio natural disuelto en el agua, por otro lado, son iones formados por tres átomos de oxígeno, uno de nitrógeno y con una carga negativa ( $\text{NO}_3^-$ ),” (Antonio Palomares. 2014). El arsénico Al “se le halla de forma natural como un mineral, aunque frecuentemente suelen localizarse en las piedras mezclado con con azufre u otro tipo de metales” (Lenntech. 2015). La turbidez “es un índice que permite medir el nivel en el cual el agua pierde su color debido a la presencia de partículas en suspensión provocado generalmente por materia organica” (Carmen Gonzales. 2011).

Por otro lado, poseemos los estándares de calidad ambiental ECAS conforme al MINAM (2017) “es una herramienta de administración ambiental que está establecido para medir el estado de la calidad del ambiente en el territorio nacional”.



#### IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

**Tabla 1.**

Resultados de los análisis microbiológicos y fisicoquímicos de calidad de agua de la quebrada Rumiyacu

Fecha de muestreo	Parámetros							
	pH	DBO	DQO	Turbiedad	Nitratos	plomo	Arsénico	CT
11/01/20	9	12,31	25,32	120	11,21	0,003	0,06	400
21/01/20	8,6	11,23	28,45	120	10,8	0,002	0,04	300
29/01/20	8,3	11,80	22,2	140	11,4	0,002	0,06	200
08/02/20	9,4	11,50	26,5	150	11,6	0,004	0,08	300
14/02/20	8,5	11,60	23,4	130	10,2	0,001	0,06	600
25/02/20	8,4	11,3	22,4	120	11,31	0,002	0,07	400
05/03/20	8,2	12,40	24,6	100	11,8	0,003	0,08	200
13/03/20	9,2	12,20	26,4	110	11,31	0,004	0,06	200

Fuente. Datos extraídos del informe de laboratorio

Se observa en la **tabla 1.** el efecto de los análisis fisicoquímicos y microbiológicos en donde se muestran que los valores encontrados según el Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM donde se establece los ECAS en este caso se ha tomado los valores establecidos en la categoría 1: Poblacional y Recreacional sub categoría B agua uso para la recreación se observa que los parámetros DBO, turbiedad, nitratos, plomo, arsénico y coliformes termotolerantes sobrepasan los ECAS establecidos en dicho reglamento. Se observa que coliformes termotolerantes poseen datos significativamente muy elevados lo que expresa que existen una contaminación significativa por microorganismos patógenos, por lo que se puede llegar a la conclusión que la calidad del agua que presenta la quebrada Rumiyacu no es apta para ser utilizada en la recreación de las personas.

**Tabla 2.**

Correlación los análisis microbiológicos y fisicoquímicos de calidad de agua de la quebrada Rumiyacu

Correlaciones								
Parámetros	DBO	DQO	Nitratos	pH	Turbiedad	Arsénico	Plomo	CT
DBO	1	-,045	,412	,063	-,520	,301	,453	-,352
DQO	-,045	1	-,014	,577	-,124	-,352	,479	-,240
Nitratos	,412	-,014	1	,106	-,129	,637	,705	-,783*
pH	,063	,577	,106	1	,322	,074	,728*	-,046
Turbiedad	-,520	-,124	-,129	,322	1	,060	-,074	,209
Arsénico	,301	-,352	,637	,074	,060	1	,427	-,138
Plomo	,453	,479	,705	,728*	-,074	,427	1	-,606
CT	-,352	-,240	-,783*	-,046	,209	-,138	-,606	1

\*. La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

Fuente. Datos extraídos del programa IBM SPSS Versión. 25

En la **tabla 2.** Se observa los datos adquiridos luego de haber realizado la correlación entre los indicadores microbiológicos y fisicoquímicos entre sí, se aprecia que hay una relación positiva entre los parámetros pH y DQO, pH y plomo, además de nitratos con arsénico y plomo, teniendo en cuenta lo valores obtenidos en el proceso de correlación se hará la regresión lineal de las variables que presentan una significancia mayor al 0.5

A continuación, se presenta los modelos matemáticos para las regresiones evaluadas:

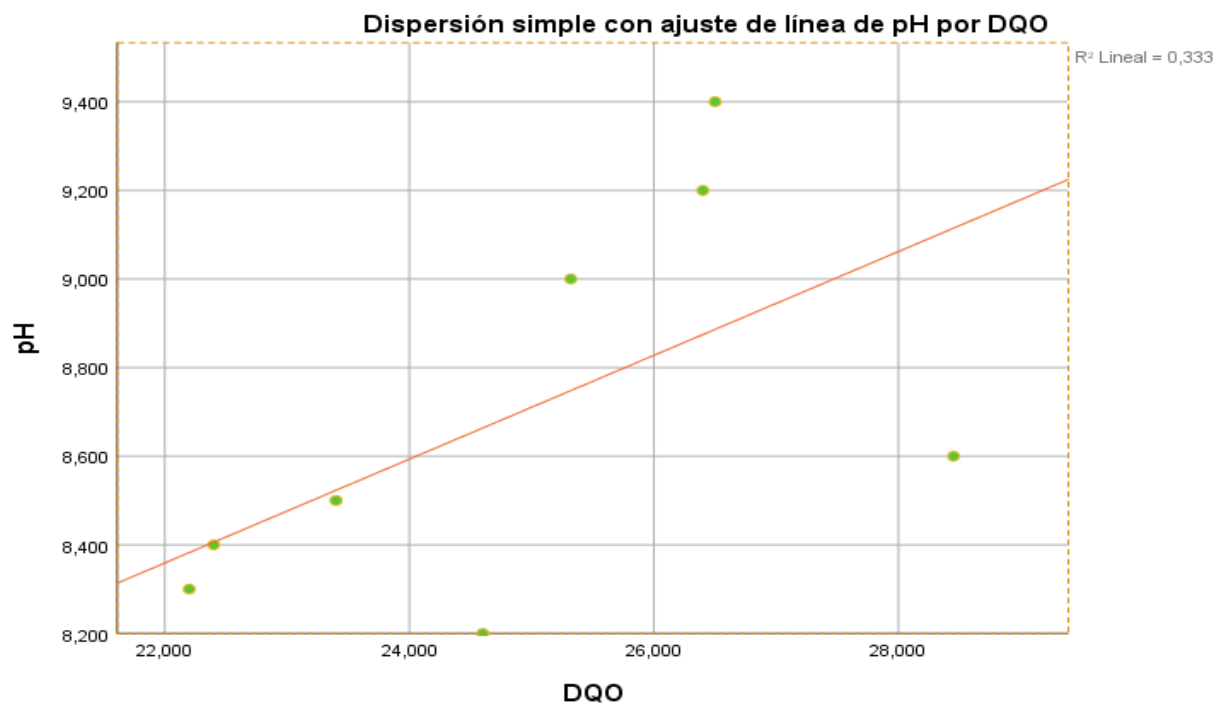
**Tabla 3.**

Modelos matemáticos de las regresiones utilizadas

Número de Figura	Modelo matemático
Figura 1.	$y=5,78+0.12*X$
Figura 2.	$y=7,9+3,05E2*X$
Figura 3.	$y=9,65+24,41*X$
Figura 4.	$y=10,33+3,32E2*X$

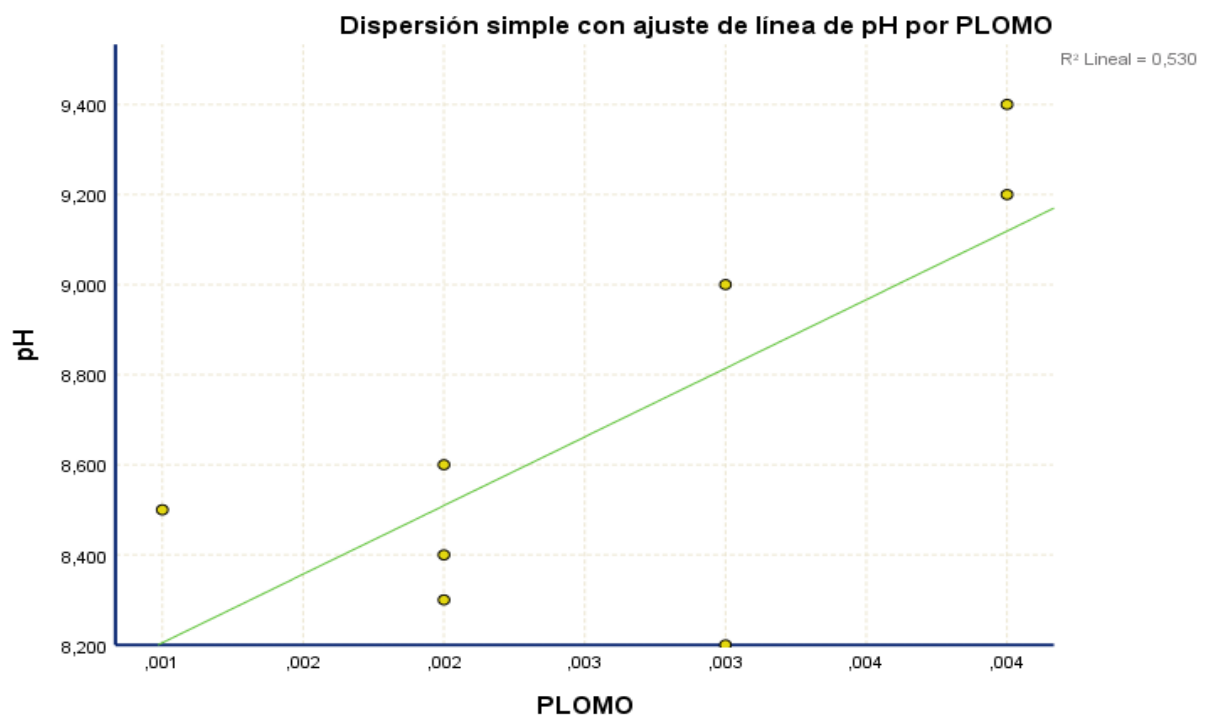
Fuente. Modelos matemáticos extraídos del software estadísticos IBM SPSS Versión. 25

En las figuras 1,2,3,4 se muestran se evidencia los resultados del estudio de regresión se muestran los resultados que entre pH y DQO existe una regresión lineal baja-leve, mientras que el pH y plomo presenta una correlación lineal moderada, así mismo las regresiones entre nitratos y plomo, y nitratos con arsénico presentan una correlación lineal moderada.



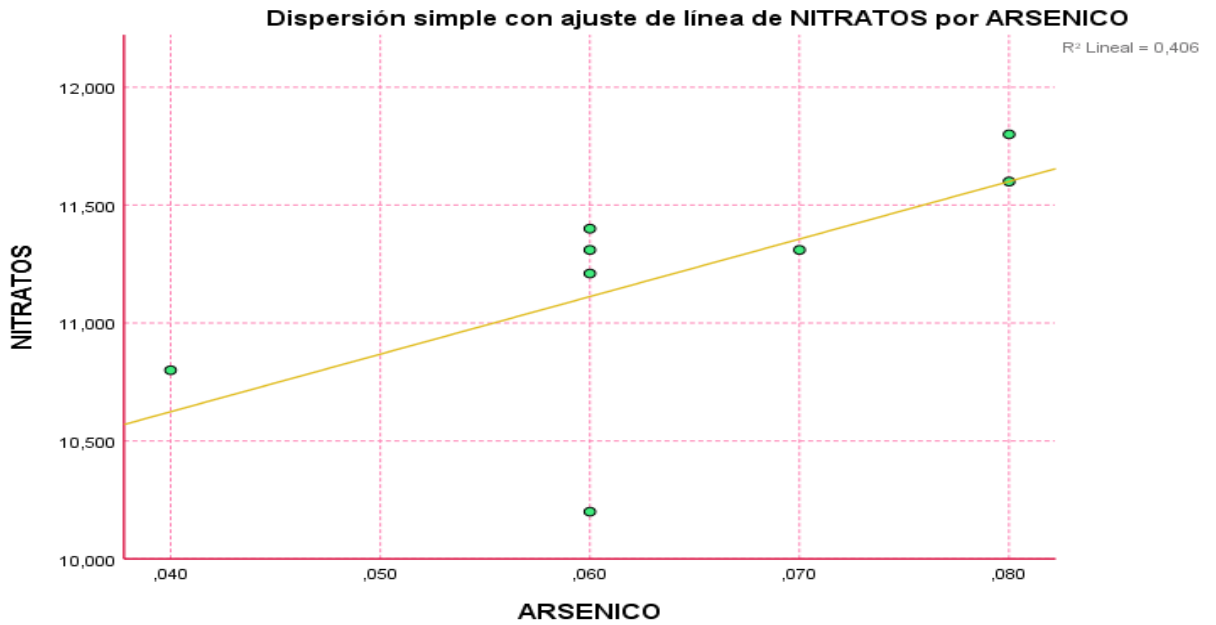
**Figura 1.** *Regresión lineal entre pH y demanda química de oxígeno para el muestreo en la quebrada Rumiyacu*

**Fuente:** Extraído del programa IBM SPSS Versión. 25



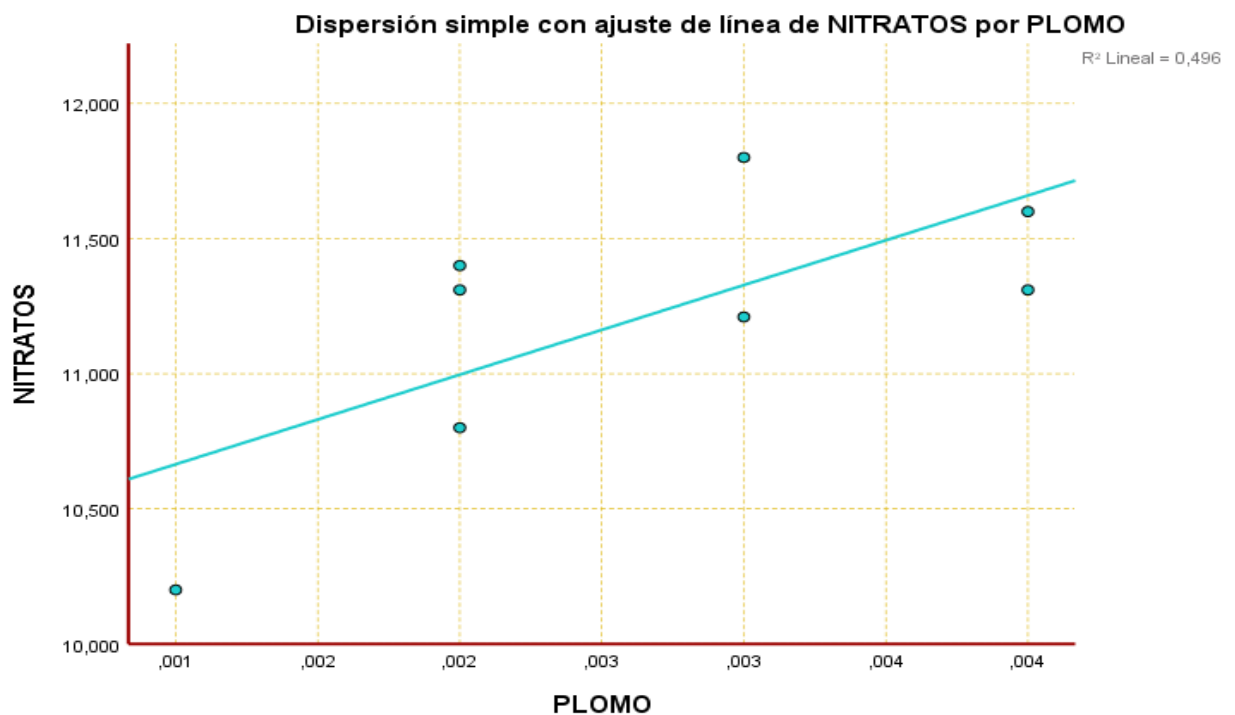
**Figura 2.** Regresión lineal entre pH y plomo para el muestreo en la quebrada Rumiyacu

**Fuente:** Extraído del programa IBM SPSS Versión. 25



**Figura 3.** Regresión lineal entre nitratos y arsénico para el muestreo en la quebrada Rumiyacu

**Fuente:** Extraído del programa IBM SPSS Versión. 25



**Figura 4.** Regresión lineal entre nitratos y plomo para el muestreo en la quebrada Rumiyacu

**Fuente:** Extraído del programa IBM SPSS Versión. 25

En relación a los resultados de estudio encontrados por Pérez et al. (2009) en la cual manifiestan que existe una correlación positiva entre el pH en relación a la DBO y DQO, así como la conductividad eléctrica con los coliformes totales, podemos manifestar que según los resultados dados en la presente investigación se observa que la correlación entre el pH y DQO es moderadamente baja mientras que para el parámetro DBO es casi nula, podemos atribuir dichos resultados a la poca presencia de materia orgánica dentro del hídrico, y además que el indicador DBO está más ligado a la temperatura del agua. Por otro lado, se observa que no existe relación entre ningún parámetro con los coliformes termotolerantes, podemos asociar que no existe esta relación puesto que los valores de pH se ubican en rango de 8-9,5, a esto se añade que Hernández et al (1996) manifiesta que si el pH del agua se encuentra 6,2 a 8,5 dichos valores garantizan la estabilidad de los procesos biológicos, de tal manera el desarrollo de microorganismos los cuales intervienen en el proceso de degradación de materia orgánica.

Por otro lado, Dextre (2014) manifiesta que existe una relación lineal directa entre plomo y DQO siendo el valor de  $r^2= 0,9968$ , sin embargo, los resultados del trabajo evidencian que la relación entre dichas variables es moderada, podemos atribuir dichos resultados puesto que en la investigación de Dextre se ha encontrado niveles más altos de plomo que en la nuestra.

Adicionalmente, Montelongo (2007), concluyó que todos los puntos de monitoreo sobrepasan lo establecido en la normativa mexicana, los resultados dados en el presente estudio evidencian que de todos los parámetros evaluados solo el DQO que presenta la quebrada Rumiyacu cumple con los ECAS de agua según la categoría 1.

Por su parte, teniendo en cuenta el parámetro de pH y su relación con el parámetro de DBO la relación no supera el rango de 0,50 por lo que no se justifica un análisis de regresión para proponer su tipo de modelo, se evidencia que existe una correlación alta entre el pH y plomo por lo que es importante realizar su respectivo análisis.

Finalmente, según la Guía de la Organización mundial de la salud para la calidad de agua (2006) manifiesta que el total de bacterias coliformes no es un parámetro pasable para términos de calidad, específicamente en lugares tropicales, en las que la mayoría de aguas son vertidas que presentan problemas de salud pública. Por lo que podemos decir que es importante hacer análisis de manera específica de E. coli, el cual es considerado por la OMS en el año 2006 como un indicador de contaminación fecal y que según los estándares de calidad de agua de nuestro país no pueden ser descubiertos en una muestra menor a 100 ml.

#### IV. CONCLUSIONES

- Según los resultados adquiridos en el laboratorio se puede manifestar que, de los parámetros fisicoquímicos evaluados en el presente estudio, solo la demanda química de oxígeno se encuentra dentro de los estándares de calidad de agua según la categoría 1 y Subcategoría B: Aguas superficiales destinadas para recreación. Adicionalmente de acuerdo al indicador microbiológico evaluado muestran una alta presencia de coliformes termotolerantes, lo que permite concluir que estas aguas no pueden ser destinadas para recreación del hombre.
- Se puede concluir que existe una correlación positiva entre el parámetro pH del agua con los parámetros DQO y plomo, además del parámetro nitritos con los parámetros plomo y arsénico. Sin embargo, la correlación más alta es entre el pH y plomo siendo el valor de  $R = ,728$  y  $R^2 = 0,530$ .
- Los modelos matemáticos que se han definido en el presente trabajo tales como  $y = 5,78 + 0,12 * X$  para la figura 1, mientras que para la figura 2  $y = 7,9 + 3,05E2 * X$ , y figura 3  $y = 9,65 + 24,41 * X$ , por último, para la figura 4  $y = 10,33 + 3,32E2 * X$ , permiten evaluar el lugar de muestreo determinado la conducta de los valores de plomo, DQO, y arsénico a partir de la medida de los valores nitritos y pH.
- Se realizaron las muestras cada 10 días con 9 repeticiones cada parámetro que son pH, DBO, DQO, turbiedad, nitratos, plomo, arsénico y CT donde se obtuve resultados variables en cada uno de los parámetros seleccionados en la mayor parte de los parámetros sobrepasan los ECAS de la categoría 1. Poblacional y recreacional por lo que se dice que el agua de la quebrada Rumiyacu no es apta para ser usada para las personas.
- Según los resultados que se obtuvo se concluye que la correlación del DBO es muy baja, asimismo, el DBO y el pH es baja esto indica que hay poca presencia de materia orgánica dentro de la quebrada Rumiyacu, de materia orgánica



dentro de la quebrada Rumiyacu, por otro lado, no existe una relación entre ningún indicador con los CT.

- Las formulas empleadas para la evaluación de la calidad del agua demuestran que solo el DBO cumple con los ECAS en la cat.1, mientras que el resto de parámetros evaluados están fuera de esta normativa.
- Se observó que existe una relación positiva entre los parámetros pH y DQO, pH y plomo, además de nitratos con arsénico y plomo, teniendo en cuenta los valores obtenidos en el proceso de correlación se hará la regresión lineal de las variables que presentan una significancia mayor al 0.5.
- La calidad del agua de la quebrada Rumiyacu se determinó mediante modelos matemáticos como los factores físicos pH y la turbiedad, factores químicos como DBO, DQO, , nitratos, plomo, arsénico y como factor microbiológico los coliformes termotolerantes (CT). Esto se debe a las actividades que las personas aledañas realizan diariamente lo cual hace que los factores antes mencionados sufran de alteraciones o contaminación.

## V. RECOMENDACIONES

- A los investigadores futuros, realizar otros estudios de parámetros como, metales pesados o parámetros microbiológicos, asimismo, aplicar otros tipos de modelos matemáticos para la determinación de la calidad del agua.
- Al Organismo Técnico de la Administración de los Servicios de Saneamiento (OTASS), realizar monitoreos constantes de los parámetros establecido por la normativa nacional vigente.
- Se recomienda dar capacitaciones de educación ambiental a la población aledaña y a la misma vez tomar conciencia de dicha quebrada que sirve para riego o ganadería y no como un cuerpo.
- A las autoridades locales organizar faenas para la sembrar arboles a la orilla de la quebrada para que funciones como faja marginal.
- Se recomiendo hacer monitoreos constantes de todos los parámetros de la normativa ECA para saber con exactitud que parámetros y en que cantidades se están excediendo.
- En la investigación realizada se trabajó con 8 parámetros de los ECAS en la categoría 1. Poblacional y recreacional tanto biológicos, físicos y químicos, se recomienda a los investigadores fututos a realizar monitoreos a otros parámetros de dicha norma y si es posible aplicar otro tipo de categoría.
- Asimismo, a la municipalidad provincial de Moyobamba a realizar estudios de las principales actividades que la población realiza y a partir de ello elaborar una matriz de causa efecto para poder determinar las medidas correspondientes a cada actividad. Por otro lado, realizar un tratamiento adecuado de estas aguas para que no sean vertidas a la quebrada Rumiyacu.

- A las instituciones publicas o privadas implementar estrategias de tratamiento de aguas residuales a través de la implantación de una PTAR o adoptante por mecanismo naturales que es la fitorremediación.
- A la Autoridad Nacional del Agua (ANA) que regule los parámetros que sobrepasan la normativa vigente y a la misma ves controle los impactos que producen contaminación a dicho cuerpo receptor.
- A los estudiantes que realizan trabajos de investigación agregar más parámetros debido a que esta investigación solo se tomaron 8 indicadores, con la finalidad de analizar que otros parámetros están siendo alterados y contrastar que especies de flora y fauna de la quebrada está siendo alterada.
- Debido a los resultados obtenidos se recomienda que el agua de la quebrada Rumiyacu debe ser utilizada para la bebida de animales y para riegos , esto se debe que 7 parámetros que se analizo estuvieron con valores muy elevados por lo tanto esta agua no puede ser usado por el hombre sin un tratamiento previamente.

## BIBLIOGRAFÍA

1. ANA. Protocolo para el monitoreo de calidad de aguas superficiales. Lima: Perú, 2016. Disponible en: [https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/publication/files/protocolo\\_nacion\\_al\\_para\\_el\\_monitoreo\\_de\\_la\\_calidad\\_de\\_los\\_recursos\\_hidricos\\_superficiales.pdf](https://www.ana.gob.pe/sites/default/files/publication/files/protocolo_nacion_al_para_el_monitoreo_de_la_calidad_de_los_recursos_hidricos_superficiales.pdf)
2. AL-DADAH, J. Y.: "Analysis of socio-economic impacts of wastewater reuse schemes in Gaza Strip", International Programme for Technology and Research in Irrigation and Drainage. FAO, Published twice yearly. Issue 28: 11-13, 2008.
3. CHAPRA, Steven C. Surface water-quality modeling 2.a ed. Illinois: Waveland Press. 2008. 844 pp ISBN: 1577666054
4. CEPAL. Agenda 2030 y los objetivos de desarrollo sostenible una oportunidad para América Latina y el Caribe [en línea]. Santiago: [s.n], 2018 [Fecha de la consulta: 03 de octubre de 2018]. Capítulo 6. Garantizar la disponibilidad y la gestión sostenible del agua y el saneamiento para todos. Disponible en: [https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40155/10/S1700334\\_es.pdf](https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/40155/10/S1700334_es.pdf)
5. CHIN, David A. Water-Quality Engineering in Natural Systems: Fate and Transport Processes in the Water Environment, 2nd Edition. New Jersey.2013. 472 pp ISBN: 978-1-118-07860-0
6. CONTAMINACIÓN. En: Glosario de términos – Sitios Contaminados. MINISTERIO DEL AMBIENTE.2016. p 3.
7. Decreto Supremo N.º 004-2017-MINAM. Aprueban Estándares de Calidad Ambiental (ECA) para Agua y establecen Disposiciones Complementarias. Disponible <https://sinia.minam.gob.pe/normas/aprueban-estandares-calidad-ambiental-eca-agua-establecen-disposiciones>
8. DEXTRE, Carlos. Modelo matemático para determinar la calidad del agua de mar en la bahía del Callao, Perú, 2014. (tesis maestría). Disponible en: <http://repositorio.unac.edu.pe/bitstream/handle/UNAC/11>

9. FAN, Chihhao; KO, Chun-Han y WANG, Wei-Shen. An innovative modeling approach using Qual2K and HEC-RAS integration to assess the impact of tidal effect on River Water quality simulation. *Journal of Environmental Management* [en línea]. 90. 1 enero 2009. [Fecha de consulta: 27 de abril de 2020]. Disponible en: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S030147970800340X>  
ISSN: 0301-4797
10. FINGER, D. (2011). "Calibration of Hydrological Models". *Hydrological Processes and Modelling*, SS. 2011. Swiss Federal Research Institute WSL. Switzerland.
11. GOYENOLA, Guillermo. Oxígeno disuelto. [en línea]. Junio 2007. [Fecha de consulta: 04 de abril de 2020].
12. HERNÁNDEZ, Miguel. *Manual de Depuración Uralita: Sistemas para depuración de aguas residuales en núcleos de hasta 20000 habitantes*, 429pp., Madrid, Ed. Paraninfo S.A., 1996.
13. HUALPA, Ernesto. La negligencia estatal frente a la minería ilegal en Puno, Cabildo Abierto. 63: <http://www.noticiasser.pe/07/03/2012/informe/mineria-ilegal-einformal-en-la-cuenca-ramis-y-Suche>
14. KIELY, Gerard, Ingeniería Ambiental, Fundamentos, Entornos, Tecnología y Sistemas de Gestión, Volumen III, McGraw-Hill, pág. 1218, 1229. 1999.
15. MAGDALENO, Anahí, Evaluación de la calidad de las aguas del río Matanza Riachuelo (Buenos Aires, Argentina), mediante estudios limnológicos y bioensayos algales [en línea]. Tesis (Doctorado en Ciencias Biológicas). Facultad de Ciencias Exactas y Naturales. Universidad de Buenos Aires. [Consulta: enero 2020]. Disponible en: [http://digital.bl.fcen.uba.ar/download/tesis/tesis\\_n3743\\_Magdaleno.pdf](http://digital.bl.fcen.uba.ar/download/tesis/tesis_n3743_Magdaleno.pdf)
16. MONTELONGO, Percy (2007). Modelación de la calidad del agua del río tula, estado de hidalgo, México. *Revista de ingeniería*, 15 (1), 5-18. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/496/49615402.pdf>
17. MINISTERIO de Agricultura y Riego. MINAGRI. [Fecha de la consulta: 04 de octubre de 2020] Disponible en: <http://www.minagri.gob.pe/portal/54-sector-agrario/cuencas-ehidrografia/374-problematika>.

18. MORAIS, REURYSSON Y SILVA, CARLOS (2012). Diagnóstico ambiental do balneário Curva São Paulo no rio Poti em Teresina, Piauí. *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, 17(1), 41-50. Disponible en: <https://doi.org/10.1590/S1413-41522012000100008>
19. ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD: Guías OMS para la Calidad del Agua de Bebida, 94pp., Volumen II, Ginebra, 2006.
20. OEFA. Fiscalización ambiental en aguas residuales [en línea]. Perú: ODIAGA, Víctor, 2014. [Fecha de la consulta: 07 de octubre de 2020]. Disponible en: [https://www.oefa.gob.pe/?wpfb\\_dl=7827](https://www.oefa.gob.pe/?wpfb_dl=7827)
21. ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD (OMS). Salubridad y calidad del agua, 2017. [en línea]. Recuperado de: [https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/waterquality/es/](https://www.who.int/water_sanitation_health/waterquality/es/)
22. ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD: *Guías OMS para la Calidad del Agua*, 94pp., Volumen II, Ginebra, 2006.
23. PEREZ, Alberto (2009). Modelo matemático para determinar la calidad del agua en dos puntos del arroyo Guachinango. *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 18(1), 19-23. Disponible en: <https://www.redalyc.org/pdf/932/93215944004.pdf>
24. PÉREZ, J.; G. HERNÁNDEZ; F. GONZÁLEZ; T. LÓPEZ: “Alternativas para conocer el comportamiento de la calidad del agua en un tramo del arroyo Guachinango”, *Revista Ciencias Técnicas Agropecuarias*, 17(3): 6-9, 2008.
25. PINEDO, K. (2017). Evaluación de la calidad de agua para uso recreacional en la quebrada *Simuy* -Yurimaguas, 2017 (Tesis de grado). Disponible en: <https://repositorio.upeu.edu.pe/handle/UPEU/1041>
26. SANCHEZ Ramos, David. Ingeniería Ambiental – Calidad del agua en ríos. España. Universidad de Castilla – La Mancha, Escuela de Ingenieros de Caminos, Canales y Puertos de Ciudad Real. 2015.
27. SCHNOOR, Jerald L. Environmental modeling; fate and transport of pollutants in water, air and soil. New York. Wiley-Interscience. 1996. 682 pp. ISBN: 047112436 51
28. SIERRA Ramírez, Carlos A. Calidad del agua. Evaluación y diagnóstico. Bogotá: Universidad de Medellín, 2011. 457 pp. ISBN: 9789588692067

29. VALENCIA, Rafael et al. La contaminación de los ríos, otro punto de vista Primera parte. Ciencia en la frontera: Revista de ciencia y tecnología de la UACJ. 2007, Volumen V, No. 1. Pp. 35-49
30. VIEIRA, B. (2015). Avaliação da qualidade das águas e de sua compatibilidade com os usos em micro bacias hidrográficas rurais com déficit hídrico quantitativo. Dissertação (tesis de maestría). Recuperado de: <http://200.137.65.30/handle/10/10313>
31. ZIMMERMAN, JULIE. Ingeniería Ambiental. 1era Edición. México. Alfaomega Grupo Editor. 2012. 720 pág. ISBN: 978-607-707-317-8.
32. DA SILVA FERREIRA, Matheus, et al. Evaluation of physicochemical properties and dissolution studies on quality control of low water solubility drugs (raw materials and pharmaceutical formulations). *Revista Colombiana de Ciencias Químico-Farmacéuticas*, 2020, vol. 49, no 2, p. 329-354.
33. RAMÍREZ, Santiago Ayala, et al. Determinación de la calidad del agua del río Frío (Cundinamarca, Colombia) a partir de macroinvertebrados bentónicos. *Avances: Investigación En Ingeniería*, 2019, vol. 16, no 1, p. 49-65.
34. TORRES-PINEDA, Susan Nailen; PATACÓN-PEDRAZA, Maribel; AGUDELO-ARIZA, German Ricardo. Evaluación de la calidad del agua de la zona media del río Cravo Sur. *Revista Facultad de Ciencias Básicas*, 2019, vol. 15, no 2, p. 117-127.
35. MOLA-FINES, Bárbara, et al. Water quality in the production of Organoponics. *Revista Ingeniería Agrícola*, 2019.
36. JIMENEZ COTRINA, Jhon Abner; LLICO PORTAL, Merly Evellin. Evaluación de la calidad del agua en el río Muyoc, aplicando el índice de calidad ambiental para agua, Cajamarca 2019. 2020.
37. ANCIETA DEXTRE, Carlos Alejandro. Modelo matemático para determinar la calidad del agua de mar en la Bahía del Callao, Perú. 2014.
38. BELIZARIO QUISPE, Germán, et al. Determinación del contenido de Fósforo y Arsénico, y de otros metales contaminantes de las aguas superficiales del Río Coata, afluente del lago Titicaca, Perú. *Revista Boliviana de Química*, 2019, vol. 36, no 5, p. 223-228.

39. PUERTA LÓPEZ, Cesia Yovani. Determinación de la influencia de la descarga del río Mayo en la calidad de agua del río Huallaga, a través de los ICA-PE. 2019.
40. CRUZ CARRANZA, Maico Manuel. Determinación de la calidad físicoquímica y bacteriológica del agua en las piscinas del centro turístico los baños termales de San Mateo—provincia de Moyobamba-departamento de San Martín 2015. 2018.
41. SANCHEZ REQUEJO, Vertil. Determinación de parámetros físicos y químicos, y su influencia en las características organolépticas en la quebrada el Herrero, Soritor, 2015. 2018.
42. LÓPEZ, Juan, et al. Acompañamiento A Los Procesos De Investigación, Docencia Y Extensión Que Se Realizan En El Laboratorio De Aguas De La Universidad Del Quindío. 2015.
43. PALOMARES, A. E. Contaminación del agua por nitratos y técnicas para su tratamiento. *Esfera del agua*, 2014.
44. LENNTECH. Propiedades químicas del Arsénico - Efectos del Arsénico sobre la salud - Efectos ambientales del Arsénico. 2015. Disponible en: <https://www.lenntech.es/periodica/elementos/as.htm>.
45. GONZALES, Carmen. Monitoreo de la calidad del agua: La turbidez. Pag.2 . 2011. Disponible en: <https://academic.uprm.edu/gonzalezc/HTMLobj-859/maguaturbidez.pdf>.
46. MINAM. Estándares de Calidad Ambiental ECAS. Pag,1 . 2014. Disponible en: <https://www.minam.gob.pe/calidadambiental/estandares-de-calidad-ambiental/#:~:text=Los%20Estándares%20de%20Calidad%20Ambiental,sofisticados%20y%20de%20evaluación%20detallada>.



# ANEXOS

## Anexo 1

### Resultados de laboratorio



#### INFORME DE ENSAYO N.º 008-2020-M/ANAOUIMICOS/CC/SLCH

**Solicitantes** : Córdova García, Oscar  
Díaz López, José Luis  
**Lugar de muestreo** : Quebrada Rumiyacu  
**Tipo de muestra** : Agua superficial  
**Punto de muestreo** : X: 281271 Y: 9325561  
**Hora de toma de muestra** : 3:00 pm.  
**Fecha de toma de muestra** : Los solicitantes  
**Fecha de recepción de muestra** : 11/01/2020  
**Fecha de reporte** : 20/01/2020

#### RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS

ITEM	PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS
01	Nitratos	mg/L	11,21
02	pH	Unidad de pH	9
03	Turbiedad	NTU	120
03	Demanda Química de oxígeno	mg/L	25,32
04	Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	12,31
05	Plomo	mg/L	0,003
06	Arsénico	mg/L	0,06
07	Coliformes totales	UFC	400

#### MÉTODOS DE ENSAYO

Nitratos : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NO3- E, 23rd Ed  
Turbiedad : SMEWW-APHA- AWWA-WEF Part 2130 B, 23rd Ed  
pH : SMEWW-APHA- AWWA-WEF Part. 4500 -H+, 23rd Ed  
Plomo : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed.  
Arsénico : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B; 23rd Ed  
DBO : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed.  
DQO : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed.  
Coliformes totales : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 23rd Ed

**Nota:** El laboratorio no se hace responsable por la metodología aplicada en la toma de muestras

Moyobamba, 20 de enero de 2020

ANAQUÍMICOS SERVICIOS GENERALES E.I.R.L.  
  
Ing. Samuel López Chávez  
CIP. N° 440674  
TITULAR GERENTE



ANAQUIMICOS SERVICIOS GENERALES EIRL  
RUC: 20572240372

**INFORME DE ENSAYO N.º 010-2020-M/ANAQUIMICOS/CC/SLCH**

**Solicitantes** : Córdova García, Oscar  
Díaz López, José Luis  
**Lugar de muestreo** : Quebrada Rumiayacu  
**Tipo de muestra** : Agua superficial  
**Punto de muestreo** : X: 281271 Y: 9325561  
**Hora de toma de muestra** : 3:00 pm.  
**Fecha de toma de muestra** : Los solicitantes  
**Fecha de recepción de muestra** : 21/01/2020  
**Fecha de reporte** : 30/01/2020

**RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS**

ITEM	PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS
01	Nitratos	mg/L	10,8
02	pH	Unidad de pH	8,6
03	Turbiedad	NTU	120
03	Demanda Química de oxígeno	mg/L	28,45
04	Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	11,23
05	Plomo	mg/L	0,002
06	Arsénico	mg/L	0,04
07	Coliformes totales	UFC	300

**MÉTODOS DE ENSAYO**

Nitratos : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NO3- E, 23rd Ed  
Turbiedad : SMEWW-APHA- AWWA-WEF Part 2130 B, 23rd Ed  
pH : SMEWW-APHA- AWWA-WEF Part. 4500 -H+, 23rd Ed  
Plomo : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed.  
Arsénico : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B, 23rd Ed  
DBO : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed.  
DQO : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed.  
Coliformes totales : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 23rd Ed

**Nota:** El laboratorio no se hace responsable por la metodología aplicada en la toma de muestras

Moyobamba, 30 de enero de 2020

ANAQUIMICOS SERVICIOS GENERALES EIRL  
  
Ing. Samuel López Chávez  
CIP N° 140674  
TITULAR GERENTE



ANAQUÍMICOS SERVICIOS GENERALES EIRL  
RUC: 20572240372

**INFORME DE ENSAYO N.º 011-2020-M/ANAQUIMICOS/CC/SLCH**

**Solicitantes** : Córdova García, Oscar  
Díaz López, José Luis  
**Lugar de muestreo** : Quebrada Rumiayacu  
**Tipo de muestra** : Agua superficial  
**Punto de muestreo** : X: 281271 Y: 9325561  
**Hora de toma de muestra** : 3:00 pm.  
**Fecha de toma de muestra** : Los solicitantes  
**Fecha de recepción de muestra** : 29/01/2020  
**Fecha de reporte** : 10/02/2020

**RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS**


ITEM	PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS
01	Nitratos	mg/L	11,4
02	pH	Unidad de pH	8,3
03	Turbiedad	NTU	140
03	Demanda Química de oxígeno	mg/L	22,2
04	Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	11,80
05	Plomo	mg/L	0,002
06	Arsénico	mg/L	0,06
07	Coliformes totales	UFC	200

**MÉTODOS DE ENSAYO**

Nitratos : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NO3- E, 23rd Ed  
Turbiedad : SMEWW-APHA- AWWA-WEF Part 2130 B, 23rd Ed  
pH : SMEWW-APHA- AWWA-WEF Part. 4500 -H+, 23rd Ed  
Plomo : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed.  
Arsénico : SMEWW-APIIA-AWWA-WEF Part 2550 B; 23rd Ed  
DBO : SMEWW-APIIA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed.  
DQO : SMEWW-APIIA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed.  
Coliformes totales : SMEWW-APIIA-AWWA-WEF Part 9221 B, 23rd Ed

**Nota:** El laboratorio no se hace responsable por la metodología aplicada en la toma de muestras

Moyobamba, 10 de febrero de 2020

ANAQUÍMICOS SERVICIOS GENERALES EIRL  
  
Ing. Samuel López Chávez  
CIP: N° 140674  
TITULAR GERENTE



**INFORME DE ENSAYO N.º 013-2020-M/ANAQUIMICOS/CC/SLCH**

**Solicitantes** : Córdova García, Oscar  
 Díaz López, José Luis  
**Lugar de muestreo** : Quebrada Rumiycu  
**Tipo de muestra** : Agua superficial  
**Punto de muestreo** : X: 281271 Y: 9325561  
**Hora de toma de muestra** : 3:00 pm.  
**Fecha de toma de muestra** : Los solicitantes  
**Fecha de recepción de muestra** : 08/02/2020  
**Fecha de reporte** : 18/02/2020

**RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS**


ITEM	PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS
01	Nitratos	mg/L	11,6
02	pH	Unidad de pH	9,4
03	Turbiedad	NTU	150
03	Demanda Química de oxígeno	mg/L	26,5
04	Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	11,50
05	Plomo	mg/L	0,004
06	Arsénico	mg/L	0,08
07	Coliformes totales	UFC	300

**MÉTODOS DE ENSAYO**

Nitratos : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NO3- E, 23rd Ed  
 Turbiedad : SMEWW-APHA- AWWA-WEF Part 2130 B, 23rd Ed  
 pH : SMEWW-APHA- AWWA-WEF Part. 4500 -H+, 23rd Ed  
 Plomo : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed.  
 Arsénico : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B; 23rd Ed  
 DBO : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed.  
 DQO : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed..  
 Coliformes totales : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 23rd Ed

**Nota:** El laboratorio no se hace responsable por la metodología aplicada en la toma de muestras

Moyobamba, 18 de febrero de 2020

  
 ANAQUÍMICOS SERVICIOS GENERALES E.I.R.L.  
 Ing. Samuel López Chávez  
 CIP N.º 140674  
 TITULAR GERENTE



**INFORME DE ENSAYO N.º 015-2020-M/ANAQUIMICOS/CC/SLCH**

**Solicitantes** : Córdova García, Oscar  
 Díaz López, José Luis  
**Lugar de muestreo** : Quebrada Rumiycu  
**Tipo de muestra** : Agua superficial  
**Punto de muestreo** : X: 281271 Y: 9325561  
**Hora de toma de muestra** : 3:00 pm.  
**Fecha de toma de muestra** : Los solicitantes  
**Fecha de recepción de muestra** : 14/02/2020  
**Fecha de reporte** : 24/02/2020

**RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS**


ITEM	PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS
01	Nitratos	mg/L	10,2
02	pH	Unidad de pH	8,5
03	Turbiedad	NTU	130
03	Demanda Química de oxígeno	mg/L	23,4
04	Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	11,60
05	Plomo	mg/L	0,001
06	Arsénico	mg/L	0,06
07	Coliformes totales	UFC	600

**MÉTODOS DE ENSAYO**

Nitratos : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NO3- E, 23rd Ed  
 Turbiedad : SMEWW-APHA- AWWA-WEF Part 2130 B, 23rd Ed  
 pH : SMEWW-APHA- AWWA-WEF Part. 4500 -H+, 23rd Ed  
 Plomo : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed.  
 Arsénico : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B; 23rd Ed  
 DBO : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed.  
 DQO : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed..  
 Coliformes totales : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 23rd Ed

**Nota:** El laboratorio no se hace responsable por la metodología aplicada en la toma de muestras

Moyobamba, 24 de febrero de 2020

  
 Ing. Samuel López Chávez  
 CIP N° 140674  
 TITULAR GERENTE





ANAQUÍMICOS SERVICIOS GENERALES EIRL  
RUC: 20572240372

**INFORME DE ENSAYO N.º 016-2020-M/ANAQUIMICOS/CC/SLCH**

**Solicitantes** : Córdova García, Oscar  
Díaz López, José Luis  
**Lugar de muestreo** : Quebrada Rumiyacu  
**Tipo de muestra** : Agua superficial  
**Punto de muestreo** : X: 281271 Y: 9325561  
**Hora de toma de muestra** : 3:00 pm.  
**Fecha de toma de muestra** : Los solicitantes  
**Fecha de recepción de muestra** : 25/02/2020  
**Fecha de reporte** : 5/03/2020

**RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS**

ITEM	PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS
01	Nitratos	mg/L	11,31
02	pH	Unidad de pH	8,4
03	Turbiedad	NTU	120
03	Demanda Química de oxígeno	mg/L	22,4
04	Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	11,3
05	Plomo	mg/L	0,003
06	Arsénico	mg/L	0,07
07	Coliformes totales	UFC	400

**MÉTODOS DE ENSAYO**

Nitratos : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NO3- E, 23rd Ed  
Turbiedad : SMEWW-APHA- AWWA-WEF Part 2130 B, 23rd Ed  
pH : SMEWW-APHA- AWWA-WEF Part. 4500 -H+, 23rd Ed  
Plomo : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed.  
Arsénico : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B; 23rd Ed  
DBO : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed.  
DQO : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed..  
Coliformes totales : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 23rd Ed

**Nota:** El laboratorio no se hace responsable por la metodología aplicada en la toma de muestras

Moyobamba, 05 de marzo de 2020

ANAQUÍMICOS SERVICIOS GENERALES EIRL  
  
Ing. Samuel López Chávez  
CIP: N° 140874  
TITULAR GERENTE





ANAQUÍMICOS SERVICIOS GENERALES EIRL  
RUC: 20572240372

**INFORME DE ENSAYO N.º 018-2020-M/ANAQUIMICOS/CC/SLCH**

**Solicitantes** : Córdova García, Oscar  
Díaz López, José Luis  
**Lugar de muestreo** : Quebrada Rumiyacu  
**Tipo de muestra** : Agua superficial  
**Punto de muestreo** : X: 281271 Y: 9325561  
**Hora de toma de muestra** : 3:00 pm.  
**Fecha de toma de muestra** : Los solicitantes  
**Fecha de recepción de muestra** : 05/02/2020  
**Fecha de reporte** : 12/03/2020

**RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS**

ITEM	PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS
01	Nitratos	mg/L	11,8
02	pH	Unidad de pH	8,2
03	Turbiedad	NTU	100
03	Demanda Química de oxígeno	mg/L	24,6
04	Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	12,40
05	Plomo	mg/L	0,003
06	Arsénico	mg/L	0,08
07	Coliformes totales	UFC	200

**MÉTODOS DE ENSAYO**

Nitratos : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NO3- E, 23rd Ed  
Turbiedad : SMEWW-APHA- AWWA-WEF Part 2130 B, 23rd Ed  
pH : SMEWW-APHA- AWWA-WEF Part. 4500 -H+, 23rd Ed  
Plomo : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed.  
Arsénico : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B; 23rd Ed  
DBO : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed.  
DQO : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed..  
Coliformes totales : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 23rd Ed

**Nota:** El laboratorio no se hace responsable por la metodología aplicada en la toma de muestras

Moyobamba, 12 de marzo de 2020

ANAQUÍMICOS SERVICIOS GENERALES EIRL  
  
Ing. Samuel López Chávez  
CIP: N° 140874  
TITULAR GERENTE





ANAQUÍMICOS SERVICIOS GENERALES E.I.R.L.  
RUC: 20572240372

**INFORME DE ENSAYO N.º 019-2020-M/ANAQUIMICOS/CC/SLCH**

**Solicitantes** : Córdova García, Oscar  
Díaz López, José Luis  
**Lugar de muestreo** : Quebrada Rumiyacu  
**Tipo de muestra** : Agua superficial  
**Punto de muestreo** : X: 281271 Y: 9325561  
**Hora de toma de muestra** : 3:00 pm.  
**Fecha de toma de muestra** : Los solicitantes  
**Fecha de recepción de muestra** : 13/03/2020  
**Fecha de reporte** : 20/03/2020

**RESULTADOS DE LOS ANÁLISIS**

ITEM	PARÁMETROS	UNIDAD	RESULTADOS
01	Nitratos	mg/L	11,31
02	pH	Unidad de pH	9,2
03	Turbiedad	NTU	110
03	Demanda Química de oxígeno	mg/L	26,4
04	Demanda bioquímica de oxígeno	mg/L	12,20
05	Plomo	mg/L	0,004
06	Arsénico	mg/L	0,06
07	Coliformes totales	UFC	200

**MÉTODOS DE ENSAYO**

Nitratos : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 4500-NO3- E, 23rd Ed  
Turbiedad : SMEWW-APHA- AWWA-WEF Part 2130 B, 23rd Ed  
pH : SMEWW-APHA- AWWA-WEF Part. 4500 -H+, 23rd Ed  
Plomo : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2540 D, 23rd Ed.  
Arsénico : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 2550 B; 23rd Ed  
DBO : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed.  
DQO : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 5210 B, 23rd Ed..  
Coliformes totales : SMEWW-APHA-AWWA-WEF Part 9221 B, 23rd Ed

**Nota:** El laboratorio no se hace responsable por la metodología aplicada en la toma de muestras

Moyobamba, 20 de marzo de 2020

ANAQUÍMICOS SERVICIOS GENERALES E.I.R.L.  
  
Ing. Samuel López Chávez  
CIP: N° 140674  
TITULAR GERENTE