

UNIVERSIDAD PERUANA UNIÓN
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA
Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental



Una Institución Adventista

Determinar la influencia de las actividades antrópicas en la calidad del agua de los manantiales de la zona urbana del distrito de Lamas

Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Ambiental

Autor:

Paul Harry Reátegui Flores

Asesor:

Mtra. Betsabeth Teresa Padilla Macedo

Tarapoto, Diciembre del 2021

DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA DE TESIS

Mtra. Betsabeth Teresa Padilla Macedo de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Escuela Profesional de Ingeniería Ambiental, de la Universidad Peruana Unión.

DECLARO:

Que la presente investigación titulada: “**Determinar la influencia de las actividades antrópicas en la calidad del agua de los manantiales de la zona urbana del distrito de Lamas**” constituye la memoria que presenta el Bachiller Paul Harry Reátegui Flores para obtener el título de Profesional de Ingeniero Ambiental, cuya tesis ha sido realizada en la Universidad Peruana Unión bajo mi dirección.

Las opiniones y declaraciones en este informe son de entera responsabilidad del autor, sin comprometer a la institución.

Y estando de acuerdo, firmo la presente declaración en la ciudad de Morales a los 15 días del mes de Diciembre del año 2021



Mtra. Betsabeth Teresa Padilla Macedo

ACTA DE SUSTENTACION

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

En San Martín, Tarapoto, Morales, a...6... día(s) del mes de.....diciembre.....del año 20..21. siendo las...10:00..horas, se reunieron los miembros del jurado en la Universidad Peruana Unión Campus Tarapoto, bajo la dirección del (de la) presidente(a): MSc. Andres Erick Gonzales Lopez....., el (la) secretario(a): Mtra. Kätterin Jina Luz Pinedo Gomez.....y los demás miembros: Mg. Erick José Quispe Mamani.....

.....y el (la) asesor(a) ..Mtra. Betsabeth Teresa Padilla Macedo..... con el propósito de administrar el acto académico de sustentación de la tesis titulado: Evaluación de la influencia de las actividades antrópicas en la calidad del agua de los manantiales de la zona urbana del distrito de Lamas.

..... del(los) bachiller(es): a) Paul Harry Reátegui Flores.....
 b).....
 c).....

.....conducente a la obtención del título profesional de:
Ingeniero Ambiental
(Denominación del Título Profesional)

El Presidente inició el acto académico de sustentación invitando al (a la) / a (los) (las) candidato(a)/s hacer uso del tiempo determinado para su exposición. Concluida la exposición, el Presidente invitó a los demás miembros del jurado a efectuar las preguntas, y aclaraciones pertinentes, las cuales fueron absueltas por al (a la) / a (los) (las) candidato(a)/s. Luego, se produjo un receso para las deliberaciones y la emisión del dictamen del jurado. Posteriormente, el jurado procedió a dejar constancia escrita sobre la evaluación en la presente acta, con el dictamen siguiente:

Bachiller-(a): ...Paul Harry Reátegui Flores.....

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literar	Cualitativa	
Aprobado	17	B+	Muy bueno	Sobresaliente

Bachiller -(b):.....


CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literar	Cualitativa	
Aprobado				

Bachiller -(c):.....

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literar	Cualitativa	

(*) Ver parte posterior

Finalmente, el Presidente del jurado invitó al (a la) / a (los) (las) candidato(a)/s a ponerse de pie, para recibir la evaluación final y concluir el acto académico de sustentación procediéndose a registrar las firmas respectivas.

_____ Presidente/a	 _____ Secretario/a	
_____ Asesor/a	_____ Miembro	_____ Miembro
_____ Bachiller (a)	_____ Bachiller (b)	_____ Bachiller (c)

(*) Tabla de Calificación

CALIFICACIÓN	ESCALAS			Mérito
	Vigesimal	Literal	Cualitativa	
APROBADO	20	A+	Con nominación de Excelente	Excelencia
	19	A		
	18	A-	Con nominación de Muy Bueno	Sobresaliente
	17	B+		
	16	B	Con nominación de Bueno	Muy Bueno
	15	B-		
	14	C	Con nominación de Aceptable	Bueno
DESAPROBADO	Menos de 14	D	Con nominación de Deficiente	Insuficiente

Resumen

El propósito del artículo fue determinar la influencia de las actividades antrópicas sobre la calidad del agua de los manantiales de la ciudad de Lamas. El diseño de investigación fue transversal de tipo explicativo. Para ello, se evaluó la calidad fisicoquímica y microbiológica de tres manantiales a través de los parámetros pH, color, sólidos disueltos totales (SDT), sustancias activas al azul de metileno (SAAM), fosfatos, Coliformes totales (CT) y Coliformes termotolerantes (CTe); Asimismo, se determinó el grado de afectación de las actividades antropogénicas. La concentración de pH, color, turbiedad, sólidos disueltos totales (SDT), sustancias activas al azul de metileno (SAAM), fosfatos, Coliformes totales (CT) y Coliformes termotolerantes (Cte) sobrepasan los ECA (D.S. N° 004-2017 MINAM, categoría A1, para agua poblacional y recreacional) para los manantiales ZACIMA, GONSHALO y YACU, siendo el parámetro más alto en Coliformes totales (CT) con un valor de 240 NMP/100ml para los manantiales ZACIMA Y YACU, Y Coliformes termotolerantes (CTe) con valor de 240 NMP/100ml para el manantial YACU. Se elaboró una escala para la medición de la influencia antropogénica "actividades antrópicas", cuenta con tres dimensiones, cada una de las cuales con seis ítems de valoración (Inexistente, muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto), se encontró un grado de afectación media de las actividades antrópicas sobre los manantiales con un valor de entre 63 a 67 que representa un nivel MEDIO para los manantiales ZACIMA y GONSHALO, mientras que el manantial YACU representa un nivel ALTO con un valor de entre 78 a 92. No se encontró una asociación significativa entre el grado de afectación de las actividades antrópicas y los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos.

Palabras clave: Manantial, Aguas subterráneas, Calidad fisicoquímica, Afectación por actividades antrópicas

Abstract

This article's purpose was analyzing the influence of the anthropic activities about the spring quality water from the Lamas city. The design of this research was cross-sectional of explanatory type. For that we evaluate the physiochemical and microbiological quality of three spring through the following parameters; pH, color, SDT (total solid dissolved) SAAM (active substance to the blue of methylene) phosphates, CT (total coliforms) and CTe (thermotolerant coliforms), also we evaluated the affectation degree of anthropogenic activities. The concentration of pH, color, turbidity, SDT (total solid dissolved), SAAM (active substance to the blue of methylene), phosphates, TC (total coliforms) and CTe (thermotolerant coliforms) exceed the ECA (D.S. 004-2017 MINAM, category A1, for population and recreational water) for the ZACIMA, GONSHALO and YACU's well, being the highest parameter with a value of 240 NMP/100ml for the ZACIMA and YACU's well and CTe (thermotolerant coliforms) with a value of 240 NMP/100ml for the YACU's well. A scale was developed to measure the anthropogenic influence "anthropic activities" it has three dimensions, one of each with six valuation items (non-existent, very low, low, medium, high and very high), we found a medium affectation degree of the anthropic activities about the spring with a value between 63 to 67 that represents a MEDIUM level for the ZACIMA and GONSHALO springs, while the YACU spring represents a HIGH level with a value between 78 and 92. Not found a meaningful association between the affectation degree of the anthropic activities and the physiochemical and microbiological parameters.

Keywords: Spring, Groundwater, Physicochemical quality, Affection by anthropic activities

Introducción

El problema de la calidad del agua es un reto importante al cual se enfrenta la humanidad en el presente siglo (Schwarzenbach *et al.*, 2010). De otro lado, la calidad del agua dulce en los cuerpos hídricos subterráneos y superficiales es motivo de preocupación, ya que el agua potable debe estar libre de microorganismos patógenos y debe contar con un nivel adecuado de minerales (Khatri and Tyagi, 2015). Asimismo, la calidad del agua subterránea en las áreas rurales y urbanas es afectada tanto por procesos naturales como por las actividades antropogénicas.

Para (Martins and Fonseca, 2014), el aumento del agua residual doméstica no tratada y descargada en los cuerpos hídricos, produce alteración de las variables color, turbidez, coliformes totales, nitrógeno amoniacal y nitratos del agua de los manantiales.

Por otro lado, (Donato, Astolphi and Rodrigues, 2017), sostienen la importancia de utilizar el recurso hídrico de forma sostenible, atendiendo las necesidades humanas sin causar un impacto en el ecosistema.

La calidad del agua subterránea, está asociada a la composición de las rocas que la contienen y su interacción con este material (Gonçalves and Paulo, 2005). Por esta razón el tratamiento del agua de un manantial para abastecimiento público depende del conocimiento geológico de la región. Por lo general este tratamiento se restringe solamente a la cloración.

El hierro y el manganeso están presentes en el agua subterránea en sus complejos solubles (reducidos), iónicos o solubles como el hidroxilo. Por lo general, se encuentran juntos y cuando están presentes en el agua en sus formas solubles, son incoloros (Gonçalves and Paulo, 2005)

Da Silva, Lopes and Amaral (2016), indican que la ubicación de las áreas de pasto de ganado bovino, en la cercanía de un manantial pueden actuar como fuentes de microorganismos de origen fecal, al ser trasladados por la escorrentía de las lluvias.

La investigación tuvo por objetivo determinar la influencia de las actividades antropogénicas sobre la calidad del agua de los manantiales de la zona urbana del distrito de Lamas, San Martín.

Materiales y métodos

Área de estudio

La investigación se desarrolló en el área urbana de la ciudad de Lamas, provincia del mismo nombre, región San Martín. Se analizó tres manantiales, los cuales se encuentran dentro de la ciudad. Las coordenadas de ubicación de los manantiales se muestran en la tabla 1.

Métodos

El diseño de investigación fue no experimental transversal de tipo explicativo. En los tres manantiales se analizó los siguientes parámetros fisicoquímicos pH, color, sólidos disueltos totales (SDT), sustancias activas al azul de metileno (SAAM), fosfatos, Coliformes totales (CT) y Coliformes termotolerantes (CTe). Para lo cual se consideró una muestra simple. Asimismo, para determinar el nivel de afectación por parte de las actividades antrópicas, se elaboró una escala con tres dimensiones, cada una de las cuales con seis ítems. Esta escala fue validada por tres expertos y se calculó el índice de fiabilidad de 0.623. Asimismo, cada ítem tuvo como escala de valoración: Inexistente,

muy bajo, bajo, medio, alto y muy alto (Tabla 2). Para el análisis de datos se utilizó procedimientos de estadística descriptiva como tablas de frecuencias y la prueba de Rho de Spearman al 95% de confianza, para analizar la relación entre la calidad del agua de los manantiales y el nivel de afectación por las actividades antrópicas.

Resultados

En la tabla 3 se muestran el análisis descriptivo de los parámetros fisicoquímicos de cada uno de los tres manantiales. Se observa que el pH del manantial YACU fue más bajo (4.55), seguido de GONSHALO (4.65) y ZACIMA (4.79), en todos los manantiales el pH fue ácido lo cual es normal. Para el parámetro SDT el manantial ZACIMA tuvo menor valor (104mg/l), seguido de GONSHALO (124 mg/l) y YACU (164 mg/l). Para el parámetro fosfatos de los 3 manantiales ZACIMA, GONSHALO y YACU tienen un valor de (<0.01 mg/l). Para el parámetro SAAM de los 3 manantiales ZACIMA, GONSHALO y YACU tienen un valor de (<0.003 mg/l). Para el parámetro color de los 3 manantiales ZACIMA, GONSHALO y YACU tienen un valor de (<1 ucv). Para el parámetro turbiedad de los 3 manantiales ZACIMA, GONSHALO y YACU tienen un valor de (<0.5 UNT), los valores de los parámetros fisicoquímicos en los 3 manantiales ZACIMA, GONSHALO y YACU no superan los ECA. Sin embargo para la contaminación microbiológica fue mayor en el manantial YACU (240 NMP/100ml) en los parámetros CT y CTe, seguido de ZACIMA (240 NMP/100ml CT), (33 NMP/100ml CTe) y GONSHALO (49 NMP/100ml CT), (2NMP/100ml CTe).

Por otro lado, en las tablas 4 y 5 se presentan el análisis descriptivo de la variable nivel de afectación de las actividades antrópicas. Se observa que, las actividades domésticas generales tienen un grado de afectación alto (33%); las actividades domésticas que generan aguas grises, tienen un grado de afectación muy alto (100%); las actividades agropecuarias un nivel de afectación muy bajo (67%); mientras que las actividades antrópicas en forma global presentaron un grado de afectación medio (67%).

Asimismo, en cuanto a la relación entre el nivel de afectación de las actividades antrópicas y los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua de los manantiales; no se encontró un p-valor significativo (ver tabla 6).

Discusión

Las variaciones de concentraciones en los parámetros fisicoquímicos de los 3 manantiales ZACIMA, GONSHALO Y YACU según resultados los 3 manantiales están debajo del rango en cuanto al parámetro de pH con 4.79, 4.65 y 4.55 respectivamente, y según parámetros microbiológicos en los manantiales ZACIMA Y YACU dieron un valor de 240 NMP/100 ml la cual sobrepasa los ECA (D.S. 004 – 2017- MINAM), para el caso de CTe el manantial YACU dio un valor de 240 NMP/100ml indicando que el manantial YACU es el más contaminado (ver tabla 7), sin embargo en los manantiales ZACIMA, GONSHALO, YACU los parámetros SDT (104, 124, 164 mg/l), SAAM (<0.003 mg/l para los 3 manantiales), COLOR (<1 ucv para los 3 manantiales) Y FOSFATOS (<0.01 mg/l para los 3 manantiales) no sobrepasan los ECA (D.S. 004 – 2017- MINAM). Aunque el p-valor no fue significativo para la relación entre el grado de afectación de las actividades antrópicas y la calidad del agua de los manantiales se encontró un Rho de Spearman positivo entre las actividades antrópicas y los parámetros SDT (104, 124, 164 mg/L), CT(240, 49, 240 NMP/100ml) y CTe (33, 2, 240 NMP/100ml) son indicadores de que a mayor grado de afectación debido a las actividades antropogénicas, mayor cantidad de

sales disueltas y mayor cantidad de Coliformes en el agua de los manantiales. Quiere decir que hay una afectación media de las actividades antrópicas sobre los manantiales. Sin embargo, se toma en cuenta el DS. 031-2010-SA dado que los pobladores consumen el agua directamente de los manantiales en tiempos de cortes de dicho suministro.

De acuerdo con (Batoool and Samad, 2018), el agua de los manantiales se considera segura para beber. Al evaluar la calidad del agua de los manantiales, con los estándares de la Organización Mundial de la Salud. Se encontró que los parámetros conductividad eléctrica, cadmio, plomo y los parámetros microbiológicos no cumplen estos estándares, lo cual representa un peligro para la salud humana si se consume diariamente de este recurso hídrico.

Asimismo, Los factores antropogénicos que afectan la calidad del agua subterránea incluyen actividades como la agricultura, actividades de cría de animales, prácticas de riego ineficientes, aguas residuales domésticas y actividades recreativas. Estas actividades antropogénicas generan concentraciones elevadas de metales pesados, coliformes y altas concentraciones de nutrientes (Khatri and Tyagi, 2015).

Daghara, Al-Khatib and Al-Jabari (2019), encontraron valores altos de turbidez, concentración de cloruros y nitratos, al analizar 300 fuentes subterráneas en Cisjordania; parámetros que excedieron los estándares de la Organización Mundial de la Salud. Asimismo, se encontró que únicamente el 2% de los manantiales requieren tratamiento de cloración.

Suryaputra, Artawan and Oviantari (2021), Encontraron valores de pH para el agua de manantiales por debajo del Límite y los coliformes termotolerantes excedieron el límite mínimo aceptable; con lo cual sugirieron la necesidad de tratar el agua antes de usarla en el consumo humano.

Asimismo, (Ciobotaru, 2015), mencionan como fuentes de contaminación de las aguas subterráneas, la descarga de aguas residuales no tratadas de los centros poblados y las granjas de cerdos.

Chauhan, Badwal and Badola (2020), afirman que, la contaminación del agua de los manantiales está provocando enfermedades como el cólera, la disentería y la fiebre tifoidea; por ello, se recomienda realizar el proceso de desinfección antes de ser consumida.

Por otro lado, (Hasan, Shahriar and Jim, 2019), actividades antropogénicas como, la disposición inadecuada de los residuos domésticos y las escorrentías agrícolas son los principales factores que contribuyen a la contaminación del agua subterránea como los manantiales.

Para (Tucci, 2008), la contaminación de las aguas subterráneas en los centros urbanos, se debe a los efluentes domésticos, industriales y pluviales. Los puntos críticos de residuos sólidos también contaminan las aguas subterráneas.

Por otro lado, (Mor *et al.*, 2006) indica que la contaminación de un manantial depende de variables como la precipitación pluvial, profundidad y distancia del manantial hacia la fuente de contaminación. La ubicación de los manantiales en áreas urbanas, es otro factor de contaminación del mismo.

Silva and Araújo (2003) encontraron presencia de nitrógeno amoniacal en el agua de manantiales subterráneos, esto se debe a que la población dispone sus aguas domésticas en manantial ciegos.

Por lo tanto, de acuerdo a los resultados evaluados se acepta la hipótesis nula, no existe relación significativa entre las actividades antrópicas y los parámetros fisicoquímicos y microbiológicos del agua de los manantiales (P -valor $0.333 > 0.05$).

Conclusión

La contaminación fisicoquímica (pH, Turbiedad, Color, SDT, SAAM, Fosfatos) están por debajo de los límites en los 3 manantiales ZACIMA, GONSHALO Y YACU, ver tabla 7 , para el caso de pH en los 3 manantiales ZACIMA, GONSHALO Y YACU están por debajo del rango de pH (6.5-8.5) con valores de (4.79, 4.65, 4.55) indicando que las aguas son ácidas. Referente a los parámetros microbiológicos en los manantiales ZACIMA, GONSHALO y YACU tienen valores de (240, 49, 240 NMP/100ml) para CT y valores de (33, 2, 240 NMP/100ml) para CTe que sobrepasan los límites según el DS-031-2010-SA para consumo humano. En cambio para los parámetros microbiológicos según DS-004-2017-MINAM el manantial GONSHALO no sobrepasa el límite estando con un valor de (49 NMP/100ml) para CT y de (2 NMP/100 ml) para CTe, sin embargo en los manantiales ZACIMA y YACU si sobrepasan los límites con un valor de (240 NMP/100ml) CT para los 2 manantiales y (33 y 240 NMP/100ml) para CTe. Siendo el manantial YACU con mayor contaminación microbiológica. Asimismo, se encontró una afectación media de las actividades antrópicas sobre los manantiales. Aunque el p-valor no fue significativo para la relación entre el grado de afectación de las actividades antrópicas y la calidad del agua de los manantiales.

El nivel de afectación de los manantiales se ve reflejado en la alta presencia de microorganismos patógenos como coliformes totales y Termo tolerantes, ya que el manantial YACU tiene una alta carga microbiana superando grandemente los decretos supremos tanto de Salud como del Ministerio del Ambiente, seguidamente del manantial ZACIMA, estos resultados nos quieren decir que estas aguas no pueden ser consumidas de manera directa por la población aledaña, siendo los niños y adultos mayores los más vulnerables, estas aguas son una fuente de enfermedades, las cuales pueden llevar a problemas estomacales y enfermedades graves asociadas a las aguas contaminadas por microorganismos

Referencias bibliográficas

- Batool, A. and Samad, N. (2018) 'Spring Water Quality and Human Health: An Assessment of Natural Springs of Margalla Hills Islamabad Zone-III', *International Journal of Hydrology*, 2(1), pp. 1–6. doi: 10.15406/ijh.2018.02.00049.
- Chauhan, J. S., Badwal, T. and Badola, N. (2020) 'Assessment of potability of spring water and its health implication in a hilly village of Uttarakhand, India', *Applied Water Science*. Springer International Publishing, 10(2), pp. 1–10. doi: 10.1007/s13201-020-1159-6.
- Ciobotaru, A. (2015) 'Influence Of Human Activities On Water Quality and Groundwaters From Braila County', *Analele Universității din Oradea – Seria Geografie*, 1(1), pp. 5–14.
- Daghara, A., Al-Khatib, I. A. and Al-Jabari, M. (2019) 'Quality of Drinking Water from Springs in Palestine: West Bank as a Case Study', *Journal of Environmental and Public Health*, 2019. doi: 10.1155/2019/8631732.
- Donato, C. J., Astolphi, J. L. and Rodrigues, M. (2017) 'Efeitos da poluição em mananciais e rios nos ambientes urbanos.', *I Simpósio Brasileiro Online de Gestão Urbana*, 1, pp. 45–57.
- Gonçalves, M. and Paulo, L. (2005) 'Qualidade da água subterrânea para abastecimento público na Serra das Areias, Aparecida de Goiânia-GO', *Sanare - Revista Técnica da Sanepar*, 21(1), pp. 2–71.
- Hasan, M. K., Shahriar, A. and Jim, K. U. (2019) 'Water pollution in Bangladesh and its impact on public health', *Heliyon*. Elsevier Ltd, 5(8), p. 23. doi: 10.1016/j.heliyon.2019.e02145.
- Khatri, N. and Tyagi, S. (2015) 'Influences of natural and anthropogenic factors on surface and groundwater quality in rural and urban areas', *Frontiers in Life Science*, 8(1), pp. 23–39. doi: 10.1080/21553769.2014.933716.
- Martins, V. and Fonseca, C. (2014) 'Caracterização dos parâmetros de qualidade da água do manancial Utinga, Belém, PA, Brasil', *Revista Ambiente e Água*, 9(3), pp. 445–458. doi: 10.4136/1980-993X.
- Mor, S. *et al.* (2006) 'Leachate characterization and assessment of groundwater pollution near municipal solid waste landfill site', *Environmental Monitoring and Assessment*, 118(1–3), pp. 435–456. doi: 10.1007/s10661-006-1505-7.
- Schwarzenbach, R. P. *et al.* (2010) 'Global water pollution and human health', *Annual Review of Environment and Resources*, 35, pp. 109–136. doi: 10.1146/annurev-environ-100809-125342.
- Da Silva, L. J., Lopes, L. G. and Amaral, L. A. (2016) 'Qualidade da água de abastecimento público do município de Jaboticabal, SP', *Engenharia Sanitaria e Ambiental*, 21(3), pp. 615–622. doi: 10.1590/S1413-41522016121151.
- Silva, R. and Araújo, T. (2003) 'Groundwater Quality in Urban Areas of Feira De Santana, State of Bahia', *Ciências e Saúde Coletiva*, 8(4), pp. 1019–1028.
- Suryaputra, G., Artawan, W. and Oviantari, M. (2021) 'Assessment of Spring Water Quality Affected by Agricultural and Human Activities in Bali Island', *IOP*

Conference Series: Earth and Environmental Science, 755(1), p. 012038. doi:
10.1088/1755-1315/755/1/012038.

Tucci, C. E. (2008) 'Urban Waters', *Estudos Avançados*, 22(63), pp. 97–112.

Tabla 1. Ubicación de los manantiales

Manantial	Este	Norte	Altitud
ZAR	332864	9289965	722
GONSH	332558	9290098	768
YACU	331960	9289635	730

Tabla 2. Leyenda de escala para medir el nivel con el que se desarrollan las actividades antrópicas y sus respectivas dimensiones

Variable/dimensión	Nivel/puntaje					
	Inexistente	Muy bajo	Bajo	Medio	Alto	Muy alto
Actividades domésticas Generales	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-36
Actividades Domésticas que generan aguas grises	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-36
Actividades Agropecuarias	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30	31-36
Actividades antrópicas	18-32	33-47	48-62	63-77	78-92	93-108

Tabla 3. Análisis descriptivo de los parámetros fisicoquímicos

		Parámetros							
		pH	Color (UCV)	Turbiedad (UNT)	SDT (mg/L)	SAAM (mg/L)	Fosfatos (mg/L)	CT NMP/100 mL	CTe (NMP/100 mL)
Normativa	004-2017-MINAM	6.5-8.5	15	5	1000	0.5	-	50	20
Manantial	ZACIMA	4.79	<1	<0.5	104	<0.003	<0.01	240	33
	GONSHALO	4.65	<1	<0.5	124	<0.003	<0.01	49	2
	YACU	4.55	<1	<0.5	164	<0.003	<0.01	240	240
	Media	4.66	<1	<0.5	130.67	<0.003	0	176.33	91.67
	S	0.12	0	0	30.55	0	0	110.27	129.39

Tabla 4. Nivel de afectación de las actividades antrópicas

Manantial	Actividades domésticas generales		Actividades domésticas que generan aguas grises		Actividades agropecuarias		Actividades antrópicas	
	Nivel	Rango	Nivel	Rango	Nivel	Rango	Nivel	Rango
ZACIMA	Medio	21-25	Muy alto	31-36	Muy bajo	11-15	Medio	63-77
GONSHALO	Alto	26-30	Muy alto	31-36	Muy bajo	11-15	Medio	63-77
YAKU	Muy alto	31-36	Muy alto	31-36	Inexistente	6-10	Alto	78-92

Tabla 5. Análisis descriptivo de las variables actividades antrópicas

Variable/Dimensión	Nivel	Frecuencia	Porcentaje
		a	e

	Medio	1	33
	Alto	1	33
Actividades domésticas generales	Muy alto	1	33
	Total	3	100
Actividades domésticas que generan aguas grises	Muy alto	3	100
	Inexistente	1	33
Actividades agropecuarias	Muy bajo	2	67
	Total	3	100
	Medio	2	67
Actividades antrópicas	Alto	1	33
	Total	3	100

Tabla 6. Relación entre los parámetros fisicoquímicos y actividades antrópicas

Parámetro	N	R de Spearman	p-valor
pH	3	-0.87	0.333
SDT	3	0.87	0.333
CT	3	0.50	0.667
CTe	3	0.87	0.333

Tabla 7. Comparación de Resultados de Laboratorio con Normativa

PARÁMETROS	UNIDADES	DS-031-2010-SA	DS-004-2017-MINAM CAT. 1, SUB A	RESULTADOS LABORATORIO ZACIMA	RESULTADOS LABORATORIO GONSHALO	RESULTADOS LABORATORIO YACU
Turbiedad	Unt	5	5	< 0.5	< 0.5	< 0.5
pH	Unid	6.5-8.5	6.5-8.5	4.79	4.65	4.55
Color	UCV	15	15	< 1	< 1	< 1
SDT	mg/l	1000	1000	104	124	164
SAAM	mg/l	0,5	0,5	< 0.003	< 0.003	< 0.003
Fosfatos	mg/l	-	-	< 0.01	< 0.01	< 0.01

Coliformes totales	NmP/100ml	0	50	240	49	240
Coliformes Termotolerantes	NmP/100ml	0	20	33	2	240
