

DEPÓSITO LEGAL ZU2020000153

ISSN 0041-8811

E-ISSN 2665-0428

Revista de la Universidad del Zulia

Fundada en 1947
por el Dr. Jesús Enrique Lossada



Ciencias del

Agro,

Ingeniería

y Tecnología

Año 14 N° 39

Enero - Abril 2023

Tercera Época

Maracaibo-Venezuela

Impacto del turismo en la calidad del agua de una laguna del Valle del Mantaro

Omar Saúl Antesano Chávez*
Melisha Erika Rosas Poma**
Nataly Johanna Zavala Figueroa***

RESUMEN

Se evaluaron las características fisicoquímicas (TDS, EC, salinidad y temperatura) de la Laguna de Ñahuimpuquio del Departamento de Junín en Perú. Se realizó el monitoreo en el segundo semestre del 2021: 2 meses del período seco (agosto y septiembre) y 2 meses del período lluvioso (octubre y noviembre), en 5 puntos claves dentro de la laguna; punto 1: Zona de embarcadero; punto 2: Manantial natural “Puquio” que alimenta a la laguna; punto 3: zona de recreos turísticos y venta de alimentos; punto 4: zona de desembocadura de la laguna; y el punto 5: centro de la laguna de Ñahuimpuquio. Los resultados muestran que el total de sólidos disueltos según la norma NPDWR de USA, ubica el agua de la Laguna de Ñahuimpuquio en un nivel de calidad aceptable para suministro de red, y calidad aceptable para agua purificada de garrafón y/o agua embotellada. La salinidad en la laguna oscila entre 297,2 – 312,2 $\mu\text{S}/\text{cm}$; se considera dentro de los parámetros de Digesa (700 – 1200 $\mu\text{S}/\text{cm}$), lo que indica que la laguna tiene baja toxicidad de iones. La conductividad eléctrica del agua de la laguna muestra valores entre (282 – 303,6 de CE), clasificándose como “Buena”. En cuanto a la temperatura, los resultados muestran unos valores desde (18,52 °C – 24.66 °C). Finalmente se demostró que existen correlaciones significativas entre el turismo de la laguna y el incremento de la temperatura, conductividad eléctrica y el total de sólidos disueltos; mas no existe relación con la salinidad en la laguna de Ñahuimpuquio - Ahuac.

PALABRAS CLAVES: Agua, laguna, Junín, TDS, salinidad, EC, temperatura.

*Universidad Tecnológica del Perú, Facultad de Ingeniería Industrial. Huancayo, Perú. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6833-7070>. E-mail: omarsaul50@gmail.com

**Universidad Tecnológica del Perú, Facultad de Ingeniería Industrial. Huancayo, Perú. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5011-5541>

***Universidad Franklin Roosevelt. Huancayo, Perú. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7940-6369>

Impact of tourism on the water quality of a lagoon in the Mantaro Valley

ABSTRACT

The physicochemical characteristics (TDS, EC, salinity and temperature) of the Ñahuimpuquio Lagoon in the Department of Junín in Peru were evaluated. Monitoring was carried out in the second semester of 2021: 2 months of the dry period (August and September) and 2 months of the rainy period (October and November), at 5 key points within the lagoon; Point 1: wharf area; point 2: Natural spring "Puquio" that feeds the lagoon; point 3: tourist recreation area and food sale; point 4: mouth area of the lagoon; and point 5: center of the Ñahuimpuquio lagoon. The results show that the total dissolved solids according to the NPDWR standard of the USA, locates the water of the Ñahuimpuquio Lagoon at an acceptable quality level for network supply, and acceptable quality for purified jug water and/or bottled water. The salinity in the lagoon oscillates between 297.2 – 312.2 $\mu\text{S}/\text{cm}$; It is considered within the Digesa parameters (700 – 1200 $\mu\text{S}/\text{cm}$), which indicates that the lagoon has low ion toxicity. The electrical conductivity of the lagoon water shows values between (282 - 303.6 CE), being classified as "Good". Regarding the temperature, the results show values from (18.52 °C - 24.66 °C). Finally, it was shown that there are significant correlations between tourism in the lagoon and the increase in temperature, electrical conductivity and total dissolved solids; but there is no relationship with salinity in the Ñahuimpuquio - Ahuac lagoon.

KEY WORDS: Water, Lagoon, Junín, TDS, Salinity, EC, Temperature.

Introducción

El cuidado de las fuentes de agua es un problema mundial, y requiere especial atención por la comunidad científica; el cambio climático e incremento de la población ponen en riesgo la existencia y el equilibrio ecológico como parte del ciclo hidrológico; el estudio se realizó teniendo como meta principal el impacto del turismo (afluencia) en la calidad del agua (TDS, EC, salinidad y temperatura) de la Laguna de Ñahuimpuquio, ubicada a 11 km de la ciudad de Huancayo, en la Provincia de Chupaca en el Valle del Mantaro, considerada una necesidad imperante para la comunidad campesina de Ñahuimpuquio que habita y usufructúa en las orillas, y que suele utilizar el agua de la laguna y sus efluentes para campos de cultivo, consumo de animales domésticos y humano, así también para el aprovechamiento turístico (Kawo & Karuppattan, 2018), (Alcamo, 2019), (Wang *et al.*, 2019) y (Van Vliet *et al.*, 2021).

Aquí radica el problema ya que las actividades antropogénicas están vinculadas a los procesos de eutrofización en las lagunas altoandinas (Soncco Murga & Alvarez Rivas, 2020), (Zaman *et al.*, 2018), (Barrón Pérez *et al.*, 2017), (Amanullah *et al.*, 2020) y (Ibrahim, 2019); el problema tiene entre sus posibles causales a los centros turísticos privados que funcionan alrededor de la laguna, que no cuentan con el adecuado tratamiento de residuos, siendo el lugar de vertedero de desechos, y, por otro lado, la propia actividad turística en la Laguna de Ñahuimpuquio.



Figura 1. Toma panorámica de la Laguna de Ñahuimpuquio, nombrada originalmente en quechua, cuyo nombre en español es “Ojo de agua”, vista desde un mirador natural conocido como ruinas de Arwaturu.

Se tuvo como problema principal, ¿Cuál es el impacto del turismo en la calidad del agua (TDS, EC, salinidad y temperatura) de una laguna del Valle del Mantaro? Existe indudablemente un potencial turístico en la Laguna de Ñahuimpuquio; sin embargo, se necesita evaluar cómo la actividad humana afecta las condiciones de vida en la laguna tanto para animales silvestres, domésticos y los propios seres humanos (Miranda Zambarano, 2020), (Varol, 2020), (Nong *et al.*, 2020), (Ighalo & Adeniyi, 2020) y (Chen *et al.*, 2020); esta actividad va desde el manejo de residuos, liberación de aguas servidas y posible afectación por la actividad humana en la laguna (Giri, 2021) y (Hamid *et al.*, 2019).

Entre las principales investigaciones específicas del área geográfica de estudio consultadas y sus aportes, tenemos:

Autor y Año	Fuente	Aportes más relevantes	Muestra y localización
(Soncco Murga & Alvarez Rivas, 2020)	Tesis	Este estudio busco determinar el estado eutrófico en cuerpos de agua lénticos pertenecientes a zonas altoandinas en la región Junín.	Laguna Concocha, Ancash- Perú. Laguna de Ñahuimpuquio, Junín- Perú. Laguna San Miguel, Capulhuac – México.
(Miranda Zambarano, 2020)	Artículo científico	Esta investigación logró analizar resultados de las acciones antropogénicas en la laguna de Ñahuimpuquio y sus posibles afectaciones en el futuro.	Laguna de Ñahuimpuquio, Junín- Perú.
(Martínez Clemente, 2019)	Tesis	Esta investigación logró analizar el potencial Turístico que presenta el distrito de Ahuac, donde se encuentra la laguna de Ñahuimpuquio.	Laguna de Ñahuimpuquio, Junín- Perú.
(Cavero Arana & Manrique Carhuas, 2019)	Artículo científico	Este estudio busco analizar parámetros fisicoquímicos del agua de diversas lagunas como la temperatura, dureza, nitritos, alcalinidad, entre otros.	Lagunas Huascacocha, Quimahuanca, Huánuco. Perú
(Custodio, 2018)	Artículo científico	Se logró evaluar la calidad del ambiente en diferentes lagunas altoandinas en la Región Junín en el Perú.	Pomacocha, Tragadero, Cuncancocha, Incacocha y Ñahuimpuquio, Junín- Perú
(Maquera Layme, 2017)	Tesis	Este estudio propuso una alternativa de desarrollo sostenible en la ruta Lampa – Cerro Pilinco que toma como referencia el cuidado de los cuerpos de agua en la zona.	Ruta Lampa – Cerro Pilinco, Puno- Perú.
(Farro Guachamboza & Florencia Sánchez, 2020)	Tesis	Analizar el efecto del turismo en el Estero salado considerado según su composición oceanográfica como brazo de mar.	Estero Salado, Guayaquil- Ecuador.

Otros estudios considerados de relevancia y vínculo con el tema y dimensiones evaluadas, fueron: (Flores Paucar, 2017) en cuyo estudio realizó un muestreo en Huancayo, El Tambo y Chilca de la provincia de Huancayo, en el año 2014, donde se evaluó la calidad del agua para consumo humano según Decreto Supremo N° 031-2010- SA – Ministerio de Salud, utilizando métodos fisicoquímicos y microbiológicos. Otras investigaciones también consideraron el método de análisis ICA-Pe (ANA, 2018), propuesto por la autoridad nacional

del agua (ANA), donde se plantea una metodología y técnicas para la determinación del índice de calidad de agua denominado Ica-PE, aplicado a los cuerpos de agua continentales superficiales.



Figura 2. Toma fotográfica desde el punto medio de la laguna, donde existen islas flotantes que se mueven según el comportamiento del viento a lo largo del día; se pueden observar algunas especies de aves silvestres.

Por otro lado, en el estudio de (Meza Veliz, 2016) y (Gao *et al.*, 2020) utilizaron como dimensiones la temperatura, pH, demanda bioquímica de oxígeno (DBO), oxígeno disuelto; y como dimensión biológica presencia de coliformes fecales. Otros estudios evaluaron además la alcalinidad, presencia de cloro y la temperatura, junto con las dimensiones ya mencionadas, buscando evaluar la calidad del agua según los estándares Nacionales de Calidad de Ambiental (Oré, 2016), (Ahmed *et al.*, 2019), (Torre & Cristóbal, 2020) y (Xiao *et al.*, 2019). Un estudio de corte diferente con miras al análisis principalmente microbiológico fue de (Richard Baldeón Beltran, 2013) que consideró dimensiones como conteo de coliformes fecales y presencia de *E. coli*. Con respecto de los métodos de la investigación de (Gamboa

Ruiz, 2019) que menciona en sus procesos para evaluar la carga bacteriana del agua, se debe tomar al menos 3 fuentes para el consumo humano, considerando fuente intradomiciliaria (lavaderos, baños, etc.), extradomiciliaria (jardines) y fuentes envasadas como agua de mesa y/o embotellada.

Entre las formas de evaluación que se pueden recomendar y aplicar se tiene el aporte de Oré (2016) y A. Peña (2016), en su investigación donde plantea que para una medición adecuada y profunda se debe evaluar: “conductividad ($\mu\text{s}/\text{cm}$), sólidos totales disueltos (mg/L), pH, temperatura ($^{\circ}\text{C}$), como parte de los estándares para evaluar la calidad del agua, mediante los estándares nacionales de calidad ambiental (D. S. N° 015-2015-MINAM)”.

Estas dimensiones son fácilmente observables en la mayoría de investigaciones como Concha Flores (2020), Díaz Edquén (2019), Espinoza Tacuri (2018), Mello *et al.*, (2020) y Mukate *et al.*, (2019) que coinciden en las mismas dimensiones con algunas variantes, de acuerdo a la norma elegida para guiar su estudio, pero coincidentes en la cita antes mencionada; por lo tanto, los estándares propuestos para este estudio son viables y coherentes con los objetivos.

1. Materiales y métodos

1.1. Área de estudio

El área de estudio fue la Laguna de Ñahuimpuquio ubicada en las coordenadas $12^{\circ}07'15.0''\text{S } 75^{\circ}38'46.0''\text{W}$, en el distrito de Áhuac, Provincia de Chupaca en la Región Junín del Perú; se considera también parte del Valle del Mantaro.

Los 5 puntos de medición fueron seleccionados por ser zonas de importancia debido a la mayor afluencia de turistas, como Punto (1) Zona de embarcadero y acceso a la laguna; punto (2) agua subterránea o conocido como “Puquio” que alimenta a la laguna; punto (3) zona de recreos turísticos y expendio de comida; punto (4) zona de desembocadura de la laguna hacia zonas de cultivo; y el punto (5) centro de la laguna de Ñahuimpuquio que tiene afluencia de turistas por avistamiento de aves.

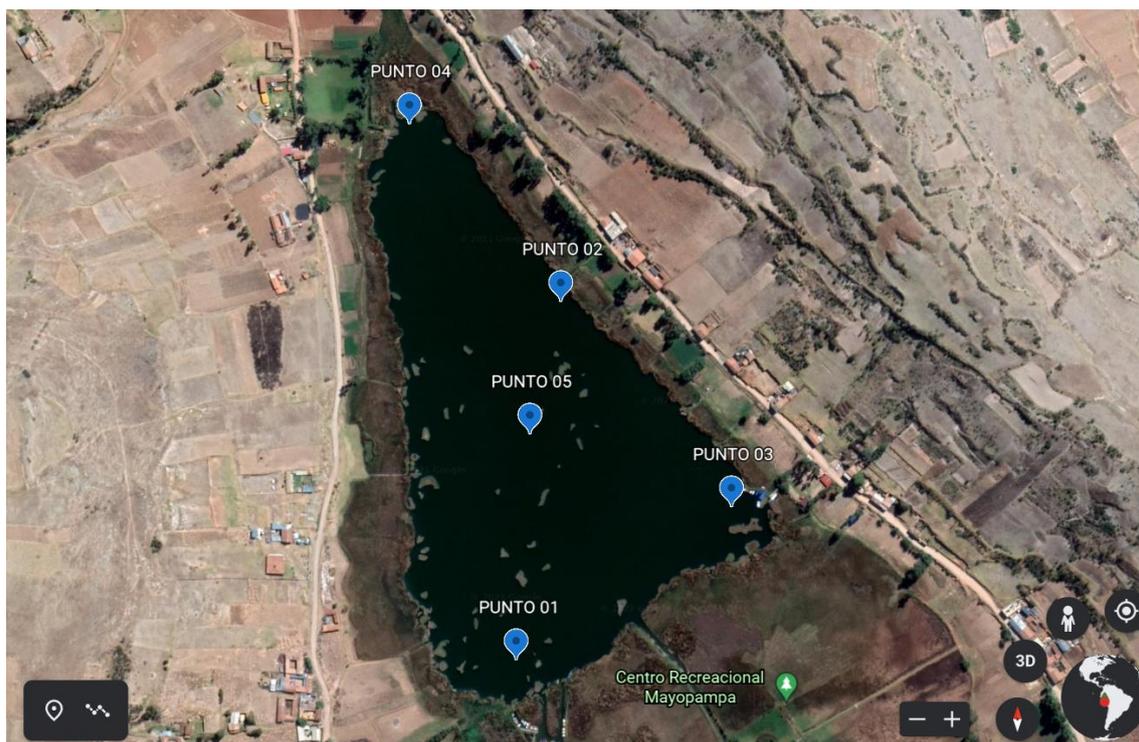


Figura 3. Puntos de muestreo en la laguna de Ñahuimpuquio. Punto (1) Zona de embarcadero; punto (2) Manantial natural “Puquio” que alimenta a la laguna; punto (3) zona de recreos turísticos y venta de alimentos; punto (4) zona de desembocadura de la laguna; y el punto (5) centro de la laguna de Ñahuimpuquio.

1.2. Mediciones y sensores

A continuación, se detalla el método y/o técnicas e instrumentos utilizados para las mediciones en los puntos seleccionados:

Método y/o técnicas	Instrumentos de medición
La técnica utilizada fue del monitoreo, que implicó la regularidad en las mediciones los puntos de medición establecidos.	De análisis in situ: Pen type Water Quality Meter para (TDS, EC, temperatura y Salinidad)
Se monitoreo los meses de agosto, setiembre, octubre y noviembre, en cada punto se realizaron 5 tomas de muestra cada monitoreo. Siendo 25 muestras por mes, 100 muestras en total.	De recojo de información: Ficha de registros de datos de campo.
	De análisis in situ: Observación directa.
	De recojo de información: Registro fotográfico.

1.3. Descripción del experimento

El experimento consistió en realizar mediciones de calidad de agua in situ en los 5 puntos seleccionados, tomando 5 muestras en cada punto con una visita mensual por 4 meses, mediante el uso de una pequeña embarcación para el recorrido en la laguna; en cuanto al recojo de agua se utilizaron envases de toma de muestras desinfectados y los cuidados pertinentes para luego medir los niveles de TDS, EC, temperatura y Salinidad con el Pen type Water Quality Meter, y registrando los datos en cada visita realizada.



Figura 4. Punto 1 de medición, conocida como la zona de embarcadero para turistas que arriban a la laguna de Ñahuimpuquio.

1.4. Análisis estadístico

Para el registro de los resultados se utilizó la ficha de registro de datos de campo en el aplicativo Excel 2013; y para la extracción de tablas se utilizó el paquete estadístico SPSS 25 – versión en español.

2. Resultados y discusión

2.1. Total de sólidos disueltos

Los principales resultados en cuanto la medición de sólidos disueltos totales (TDS), evaluados según la Norma NPDWR de (U.S. Environmental Protection Agency, 2021), (Chen

et al., 2020), (Chen & Han, 2018), (Bain *et al.*, 2020) y (Nong *et al.*, 2020), vigente en USA, los valores en las 5 muestras tomadas cada mes oscilan entre los 146,1 mg/L - 150,5 mg/L; estos valores ubican al agua en un nivel entre calidad aceptable red – calidad purificada de garrafón, no es ideal para beber directamente; sin embargo, con el uso de filtros sencillos podría darse ese uso.

Meses de muestreo	TDS				
	M1	M2	M3	M4	M5
Agosto	151,2	153,4	158	153	155,6
Setiembre	144,8	143,6	146	143,6	147,8
Octubre	154	151	151,6	151	149,8
Noviembre	146,8	147,6	138	143,8	143,4
Promedio	149,2	148,9	148,4	147,85	149,15
Des, Estándar	4,17	4,26	8,49	4,86	5,06

Tabla 1. Estadísticos básicos del total de sólidos disueltos estudiados en la laguna de Ñahuimpuquio. Período agosto - noviembre, 2021.

Es muy importante el monitoreo constante ya que en el Departamento de Junín se ha tenido un incremento de 1,6% anual de la población y por ende sus requerimientos de recreación, agua y espacio geográfico, llegando el 2017 a tener 1 246 038 habitantes según (INEI, 2018). Al respecto, resalta este punto al mencionar que las fuentes de agua son y deben ser de especial atención, debiendo monitorear en forma regular y sostenible su cuidado, “ya que si bien es un recurso renovable, su contaminación puede limitar su aprovechamiento; según el último informe de Naciones Unidas, 7.000 millones de personas sufrirán escasez de agua para el año 2050” E. Peña, (2020), Jha *et al.* (2020), Ewaid *et al.*,(2020) y Bui *et al.*, (2020); es de especial importancia promover el estudio constante de estos y otros parámetros fisicoquímicos en la Laguna de Ñahuimpuquio.

2.2. Salinidad

En cuanto a la salinidad, según los parámetros para evaluar este aspecto fisicoquímico se tomó como referencia las fichas técnicas de grupo de uso 1 de (Digesa, 2006), donde manifiesta que es habitual encontrar aguas superficiales con salinidad entre 700 – 1200

$\mu\text{S}/\text{cm}$; en los resultados de del muestreo se encontraron valores entre 297,2 – 312,2 $\mu\text{S}/\text{cm}$, lo cual indica que el agua de la laguna tiene baja toxicidad de iones, también una baja dispersión de partículas del suelo en el agua (Luo *et al.*, 2019) y (Tian *et al.*, 2019).

Meses de muestreo	Salinidad				
	M1	M2	M3	M4	M5
Agosto	153	147,4	147,4	147,4	142,4
Setiembre	151,2	152	152	152	151,8
Octubre	144,8	143,6	143,6	143,6	147,8
Noviembre	153	147,4	147,4	147,4	142,4
Promedio	150,5	147,6	144,4	144,65	146,1
Des, Estándar	3,89	3,44	5,85	5,42	4,57

Tabla 2. Estadísticos básicos del total de salinidad estudiados en la laguna de Ñahuimpuquio. Período agosto - noviembre, 2021

2.3. Conductividad eléctrica

Meses de muestreo	CE				
	M1	M2	M3	M4	M5
Agosto	307,2	312	307,2	312,2	307,2
Setiembre	302,6	301,6	299	296,8	301
Octubre	294,6	303,2	295,6	299,8	284,6
Noviembre	283,8	274,6	287	282	286,6
Promedio	297,05	297,85	297,2	297,7	294,85
Des, Estándar	10,25	16,16	8,36	12,41	11,01

Tabla 3. Estadísticos básicos de conductividad eléctrica estudiados en la laguna de Ñahuimpuquio. Período agosto - noviembre, 2021

En cuanto a la conductividad eléctrica (CE) se tomó como referencia la clasificación de agua de (James, Hanks, & Jurinak, 1987), (Yu *et al.*, 2019) y (Xiao *et al.*, 2019) que toman como referencia la conductividad eléctrica, donde los resultados de los muestreos tuvieron valores entre (282 – 303,6) la clase de agua se clasifica como “Buena”, entre los valores de 250 CE – 750 CE.

2.4. Temperatura

Meses de muestreo	Temperatura				
	M1	M2	M3	M4	M5
Agosto	20,7	19,78	19,8	19,8	18,52
Setiembre	20,08	19,88	20,06	20,06	20
Octubre	24,68	24,64	24,5	24,5	24,42
Noviembre	21,94	24,66	23,14	23,14	23,28
Promedio	21,85	22,24	21,875	21,33	21,555
Des, Estándar	2,04	2,78	2,32	2,34	2,76

Tabla 4. Estadísticos básicos de temperatura estudiados en la laguna de Ñahuimpuquio. Período agosto - noviembre, 2021.

Al respecto de la temperatura en la laguna se midió en grados celsius, tendiendo como parámetro (Lamadrid Jordan & Ninalaya Ayra, 2020), (Uddin *et al.*, 2021), (Yu *et al.*, 2019) y (Zhang, 2019), quienes mencionan que la variación de temperatura en las lagunas altoandinas en la región Junín deben medirse según la microcuenca a la que pertenecen; estiman una variabilidad de 10 °C a 16 °C; igualmente (Mariano & et al., 2010), (Tavakoly Sany *et al.*, 2018), (Yunus *et al.*, 2020) y (Kükrer & Mutlu, 2019) mencionan que las lagunas en Junín pueden variar entre 10°C hasta 12 °C dependiendo de la época del año. El presente estudio se dio en el segundo semestre del 2021 considerado un interludio del período seco (Agosto y setiembre) y el período lluvioso (Octubre- Noviembre). Los resultados muestran unos valores desde 18,52 – 24.66 °C en varias de las mediciones durante los 4 meses; sin embargo esto responde al cambio natural de la temperatura en la laguna.

2.5. Afluencia de turistas

Durante la evaluación en la laguna de Ñahuimpuquio se determinaron promedios entre 46 a 54 turistas por día, pero estas visitas pueden incrementarse hasta en un 200-300% en días festivos, donde la principal atracción es realizar un recorrido en bote por la laguna, incrementando el contacto de los turistas con la fuente de agua; no existen indicaciones, ni reglas sobre la liberación de residuos, tampoco restricciones en la alimentación de las aves nativas, que al momento de dar alimento a

los animales quedan residuos en el lago de material orgánico; así también en orillas se encuentran residuos plásticos llevados por los turistas (Dias de Carvalho, 2021), (Ha et al., 2021), (Beldowska et al., 2021), (Boadi & Kuitunen, 2002) y (Fang et al., 2020). Además de la propia perturbación del ecosistema por las visitas de los turistas, que genera un deterioro progresivo de la salud de la laguna (Hsu, 2019) y (Lkr et al., 2020)

Meses de muestreo	Promedio de turistas				
	M1	M2	M3	M4	M5
Agosto	15	16	17	20	25
Setiembre	35	40	35	26	40
Octubre	56	50	52	60	52
Noviembre	78	80	110	86	85
Promedio	46	46.5	53.5	48	50.5
Des, Estándar	27.12	26.50	40.29	30.85	25.51

Tabla 5. Estadísticos básicos afluencia de turistas en la laguna de Ñahuimpuquio. Período agosto - noviembre, 2021

2.6. Correlaciones entre variables

Las correlaciones encontradas que se muestran en la tabla 5 evidencian la relación entre el número de turistas, la temperatura de la laguna, con un 0,679**; es notable resaltar que el número de turistas puede estresar el sistema, siendo la posible fuente la liberación de residuos orgánicos como consecuencia de la mala praxis de dar alimento a las aves nativas sin restricción, lo cual también altera la dieta y residuos de las mismas que a fin de su digestión son depositadas en las aguas de la laguna; otro factor es que fue introducida alrededor de 20-25 años una especie de trucha al ecosistema, siendo este otro posible factor a considerar; otras correlaciones que resultaron significativas son la conductividad eléctrica (CE) 0,679** y el total de sólidos disueltos -0,617**; estas correlaciones pueden ser explicadas por las conductas de los turistas frente al ecosistema de la laguna (Cecchi, 2021), (Xu et al., 2022), (MacNeil et al., 2019), (Beldowska et al., 2021), (Abbasnia et al., 2018) y (WHO, 2021).

		Correlaciones				
		Número de turistas	Temperatura	CE	Salinidad	TDS
Turismo (Número de Visitantes a la Laguna)	Correlación de Pearson	de 1	,679**	-,845**	-,245	-,617**
	Sig. (bilateral)		,001	,000	,298	,004
	N	20	20	20	20	20
Temperatura	Correlación de Pearson	de ,679**	1	-,646**	-,485*	-,114
	Sig. (bilateral)	,001		,002	,030	,632
	N	20	20	20	20	20
CE	Correlación de Pearson	de -,845**	-,646**	1	,034	,542*
	Sig. (bilateral)	,000	,002		,885	,014
	N	20	20	20	20	20
Salinidad	Correlación de Pearson	de -,245	-,485*	,034	1	-,357
	Sig. (bilateral)	,298	,030	,885		,122
	N	20	20	20	20	20
TDS	Correlación de Pearson	de -,617**	-,114	,542*	-,357	1
	Sig. (bilateral)	,004	,632	,014	,122	
	N	20	20	20	20	20

** La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

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

Tabla 6. Correlaciones entre la afluencia de turistas y la temperatura, CE, salinidad y TDS.

Conclusiones

Según la norma NPDWR de USA, el total de sólidos disueltos con respecto a la calidad del agua de la Laguna de Ñahuimpuquio se encuentra en un nivel de calidad aceptable para suministro de red ; y calidad aceptable para agua purificada de garrafón y/o agua embotellada.

La salinidad en la laguna oscila entre 297,2 – 312,2 $\mu\text{S}/\text{cm}$, dentro de los parámetros de Digesa (700 – 1200 $\mu\text{S}/\text{cm}$), lo que sugiere que la laguna tiene baja toxicidad de iones.

La conductividad eléctrica del agua de la Laguna muestra valores entre (282 – 303,6), clasificándose como “Buena”.

El presente estudio se realizó durante un período de 4 meses, con valores entre (18,52 – 24.66 °C), que están dentro de lo esperado en la microcuenca del Mantaro.

Existen correlaciones significativas entre el turismo de la laguna y el incremento de la temperatura, conductividad eléctrica y el total de sólidos disueltos; mas no con la salinidad en la laguna de Ñahuimpuquio.

Agradecimientos

Nuestro especial agradecimiento a la Universidad Tecnológica del Perú – sede Huancayo, por el apoyo en gestión y financiamiento de este proyecto con Resolución Rectoral N° 33-2021-R-UTP. Así también, a los pobladores de la comunidad Campesina de Ñahuimpuquio por el apoyo para la realización del presente estudio.

Referencias

Abbasnia, A., Yousefi, N., Mahvi, A. H., Nabizadeh, R., Radfard, M., Yousefi, M., & Alimohammadi, M. (2018). Evaluation of groundwater quality using water quality index and its suitability for assessing water for drinking and irrigation purposes: Case study of Sistan and Baluchistan province (Iran). <https://doi.org/10.1080/10807039.2018.1458596>, 25(4), 988–1005. <https://doi.org/10.1080/10807039.2018.1458596>

Ahmed, U., Mumtaz, R., Anwar, H., Shah, A. A., Irfan, R., & García-Nieto, J. (2019). Efficient Water Quality Prediction Using Supervised Machine Learning. *Water* 2019, Vol. 11, Page 2210, 11(11), 2210. <https://doi.org/10.3390/W11112210>

Alcamo, J. (2019). Water quality and its interlinkages with the Sustainable Development Goals. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, 36, 126–140. <https://doi.org/10.1016/j.COSUST.2018.11.005>

Amanullah, Khalid, S., Imran, Khan, H. A., Arif, M., Altawaha, A. R., Adnan, M., Fahad, S., Shah, A., & Parmar, B. (2020). Effects of Climate Change on Irrigation Water Quality. *Environment, Climate, Plant and Vegetation Growth*, 123–132. https://doi.org/10.1007/978-3-030-49732-3_6

ANA (2018). *Metodología para la determinación del índice de calidad de agua Ica-PE, aplicado a los cuerpos de agua continentales superficiales*. <http://repositorio.ana.gob.pe/handle/20.500.12543/2440>

Bain, R., Johnston, R., & Slaymaker, T. (2020). Drinking water quality and the SDGs. *Npj Clean Water* 2020 3:1, 3(1), 1–3. <https://doi.org/10.1038/s41545-020-00085-z>

Barrón Pérez, E., Elizabeth, L., & Castro, R. (2017). Panorama del emprendimiento social: Factores institucionales y culturales. *XXII Congreso Internacional de Contaduría, Administración e Informática*.

Beldowska, M., Jędruch, A., Sieńska, D., Chwiałkowski, W., Magnuszewski, A., & Kornijów,

- R. (2021). The impact of sediment, fresh and marine water on the concentration of chemical elements in water of the ice-covered lagoon. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(43), 61189–61200. <https://doi.org/10.1007/S11356-021-14936-W/FIGURES/6>
- Boadi, K. O., & Kuitunen, M. (2002). Urban Waste Pollution in the Korle Lagoon, Accra, Ghana. *Environmentalist* 2002 22:4, 22(4), 301–309. <https://doi.org/10.1023/A:1020706728569>
- Bui, D. T., Khosravi, K., Tiefenbacher, J., Nguyen, H., & Kazakis, N. (2020). Improving prediction of water quality indices using novel hybrid machine-learning algorithms. *Science of The Total Environment*, 721, 137612. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2020.137612>
- Cecchi, T. (2021). Analysis of volatiles organic compounds in Venice lagoon water reveals COVID 19 lockdown impact on microplastics and mass tourism related pollutants. *Science of The Total Environment*, 783, 146951. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2021.146951>
- Chen, Y., & Han, D. (2018). Water quality monitoring in smart city: A pilot project. *Automation in Construction*, 89, 307–316. <https://doi.org/10.1016/J.AUTCON.2018.02.008>
- Chen, Y., Song, L., Liu, Y., Yang, L., & Li, D. (2020). A Review of the Artificial Neural Network Models for Water Quality Prediction. *Applied Sciences* 2020, Vol. 10, Page 5776, 10(17), 5776. <https://doi.org/10.3390/APP10175776>
- Concha Flores, A. (2020, December 3). *Calidad del agua potable para consumo humano de la zona urbana de la provincia de Huancayo*. https://issuu.com/thegusstock/docs/calidad_del_agua_potable_para_consumo_humano_de_la
- Dias de Carvalho, A. (2021). *Tourism Marketing In Coastal and Maritime Destinations: An Anthropological Approach to the Case of Ria Formosa Lagoon*. http://jthmnet.com/journals/jthm/Vol_9_No_1_June_2021/4.pdf
- Díaz Edquén, W. E. (2019). *Calidad de agua de uso poblacional de la ciudad Chota – Cajamarca 2014*. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. <http://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/1188410>
- Espinoza Tacuri, M. A. (2018). *Caracterización del agua del río Alameda y tipificación según Índice de Calidad del Agua, Ayacucho 2014*. Universidad Nacional de San Cristóbal de Huamanga. <http://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/1444594>
- Ewaid, S. H., Abed, S. A., Al-Ansari, N., & Salih, R. M. (2020). Development and Evaluation of a Water Quality Index for the Iraqi Rivers. *Hydrology* 2020, Vol. 7, Page 67, 7(3), 67. <https://doi.org/10.3390/HYDROLOGY7030067>
- Fang, X., Li, X., Xiang, Y., Hao, C., Zhao, Y., & Zhang, Y. (2020). Cumulative impact of anthropogenic nutrient inputs on lagoon ecosystems — A case study of Xincun Lagoon, Hainan, China. *Regional Studies in Marine Science*, 35, 101213. <https://doi.org/10.1016/J.RSMA.2020.101213>

Flores Paucar, L. A. (2017). *Evaluación de la calidad fisicoquímica y microbiológica del agua potable para consumo humano en los distritos de el tambo, huancayo y chilca en el año 2014*. Universidad Nacional del Centro del Perú. Huancayo- Perú

Gamboa Ruiz, R. A. (2019). “Calidad microbiana de las fuentes de agua de mayor consumo humano de la población del Cercado de Lima -Perú.” *Repositorio Institucional – UNAC*. <http://renati.sunedu.gob.pe/handle/sunedu/1554032>

Gao, Y., Qian, H., Ren, W., Wang, H., Liu, F., & Yang, F. (2020). Hydrogeochemical characterization and quality assessment of groundwater based on integrated-weight water quality index in a concentrated urban area. *Journal of Cleaner Production*, 260, 121006. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.121006>

Giri, S. (2021). Water quality prospective in Twenty First Century: Status of water quality in major river basins, contemporary strategies and impediments: A review. *Environmental Pollution*, 271, 116332. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2020.116332>

Ha, N. T., Pham, T. D., & Tran, T. T. H. (2021). Zoning Seagrass Protection in Lap An Lagoon, Vietnam Using a Novel Integrated Framework for Sustainable Coastal Management. *Wetlands* 2021 41:8, 41(8), 1–15. <https://doi.org/10.1007/s13157-021-01504-8>

Hamid, A., Sami, ; Bhat, U., & Jehangir, A. (2019). Local determinants influencing stream water quality. *Applied Water Science* 2019 10:1, 10(1), 1–16. <https://doi.org/10.1007/s13201-019-1043-4>

Hsu, P. hsiang. (2019). Economic impact of wetland ecotourism: An empirical study of Taiwan's Cigu Lagoon area. *Tourism Management Perspectives*, 29, 31–40. <https://doi.org/10.1016/j.tmp.2018.10.003>

Ibrahim, M. N. (2019). Assessing Groundwater Quality for Drinking Purpose in Jordan: Application of Water Quality Index. *Journal of Ecological Engineering*, Vol. 20(nr 3), 101–111. <https://doi.org/10.12911/22998993/99740>

Ighalo, J. O., & Adeniyi, A. G. (2020). A comprehensive review of water quality monitoring and assessment in Nigeria. *Chemosphere*, 260, 127569. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2020.127569>

INEI. (2018). *Resultados Definitivos*. https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1576/12TOMO_01.pdf

Jha, M. K., Shekhar, A., & Jenifer, M. A. (2020). Assessing groundwater quality for drinking water supply using hybrid fuzzy-GIS-based water quality index. *Water Research*, 179, 115867. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2020.115867>

Kawo, N. S., & Karuppannan, S. (2018). Groundwater quality assessment using water quality index and GIS technique in Modjo River Basin, central Ethiopia. *Journal of African Earth*

Sciences, 147, 300–311. <https://doi.org/10.1016/J.JAFREARSCI.2018.06.034>

Kükreer, S., & Mutlu, E. (2019). Assessment of surface water quality using water quality index and multivariate statistical analyses in Saraydüzü Dam Lake, Turkey. *Environmental Monitoring and Assessment* 2019 191:2, 191(2), 1–16. <https://doi.org/10.1007/S10661-019-7197-6>

Lkr, A., Singh, M. R., & Puro, N. (2020). Assessment of water quality status of Doyang River, Nagaland, India, using Water Quality Index. *Applied Water Science* 2020 10:1, 10(1), 1–13. <https://doi.org/10.1007/S13201-019-1133-3>

Luo, P., Kang, S., Apip, Zhou, M., Lyu, J., Aisyah, S., Binaya, M., Regmi, R. K., & Nover, D. (2019). Water quality trend assessment in Jakarta: A rapidly growing Asian megacity. *PLOS ONE*, 14(7), e0219009. <https://doi.org/10.1371/JOURNAL.PONE.0219009>

MacNeil, M. A., Mellin, C., Matthews, S., Wolff, N. H., McClanahan, T. R., Devlin, M., Drovandi, C., Mengersen, K., & Graham, N. A. J. (2019). Water quality mediates resilience on the Great Barrier Reef. *Nature Ecology & Evolution* 2019 3:4, 3(4), 620–627. <https://doi.org/10.1038/s41559-019-0832-3>

Mello, K. de, Taniwaki, R. H., Paula, F. R. de, Valente, R. A., Randhir, T. O., Macedo, D. R., Leal, C. G., Rodrigues, C. B., & Hughes, R. M. (2020). Multiscale land use impacts on water quality: Assessment, planning, and future perspectives in Brazil. *Journal of Environmental Management*, 270, 110879. <https://doi.org/10.1016/J.JENVMAN.2020.110879>

Meza Veliz, V. M. (2016). *Calidad del recurso hídrico de la subcuenca del Río Lampa-Huancayo*. http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/3472/Meza_Veliz.pdf?sequence=1

Mukate, S., Wagh, V., Panaskar, D., Jacobs, J. A., & Sawant, A. (2019). Development of new integrated water quality index (IWQI) model to evaluate the drinking suitability of water. *Ecological Indicators*, 101, 348–354. <https://doi.org/10.1016/J.ECOLIND.2019.01.034>

Nong, X., Shao, D., Zhong, H., & Liang, J. (2020). Evaluation of water quality in the South-to-North Water Diversion Project of China using the water quality index (WQI) method. *Water Research*, 178, 115781. <https://doi.org/10.1016/J.WATRES.2020.115781>

Oré, J. (2016). *Evaluación de la contaminación del agua ocasionada por actividades piscícolas del río Chía en el distrito de Ingenio – Huancayo* [UNCP]. <http://repositorio.uncp.edu.pe/handle/UNCP/4578>

Peña, A. (2016). *Uso de redes neuronales artificiales para optimizar la dosificación de coagulantes en la planta de tratamiento de agua potable, Huancayo* | Repositorio CONCYTEC. <http://repositorio.concytec.gob.pe/handle/20.500.12390/357>

Peña, E. (2020). *El uso convencional no sostenible del agua en los hogares de la ciudad de Huancayo*. https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/7498/1/DO_UC_CE_INF_2019.pdf

Richard Baldeón Beltran, J. (2013). *Calidad bacteriológica del agua de cultivo de oncorhynchus mykiss*

del centro piscícola “El Ingenio”, Huancayo - Junín.
http://repositorio.uncp.edu.pe/bitstream/handle/UNCP/1237/Baldeón_tesis_2013.pdf?sequence=1

Tavakoly Sany, S. B., Monazami, G., Rezayi, M., Tajfard, M., & Borgheipour, H. (2018). Application of water quality indices for evaluating water quality and anthropogenic impact assessment. *International Journal of Environmental Science and Technology* 2018 16:7, 16(7), 3001–3012. <https://doi.org/10.1007/S13762-018-1894-5>

Tian, Y., Jiang, Y., Liu, Q., Dong, M., Xu, D., Liu, Y., & Xu, X. (2019). Using a water quality index to assess the water quality of the upper and middle streams of the Luanhe River, northern China. *Science of The Total Environment*, 667, 142–151. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2019.02.356>

Torre, C. M. de la, & Cristóbal, V. R. (2020). Emprendimiento colectivo juvenil en clave de Economía Social como una herramienta para la prevención de la violencia. *DIXI*, 22(1), 1–47. <https://doi.org/10.16925/2357-5891.2020.01.03>

Uddin, M. G., Nash, S., & Olbert, A. I. (2021). A review of water quality index models and their use for assessing surface water quality. *Ecological Indicators*, 122, 107218. <https://doi.org/10.1016/J.ECOLIND.2020.107218>

Van Vliet, M. T. H., Jones, E. R., Flörke, M., Franssen, W. H. P., Hanasaki, N., Wada, Y., & Yearsley, J. R. (2021). Global water scarcity including surface water quality and expansions of clean water technologies. *Environmental Research Letters*, 16(2), 024020. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ABBFC3>

Varol, M. (2020). Use of water quality index and multivariate statistical methods for the evaluation of water quality of a stream affected by multiple stressors: A case study. *Environmental Pollution*, 266, 115417. <https://doi.org/10.1016/J.ENVPOL.2020.115417>

Wang, P., Yao, J., Wang, G., Hao, F., Shrestha, S., Xue, B., Xie, G., & Peng, Y. (2019). Exploring the application of artificial intelligence technology for identification of water pollution characteristics and tracing the source of water quality pollutants. *Science of The Total Environment*, 693, 133440. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2019.07.246>

WHO. (2021). *Silver in drinking-water Background document for development of*. <http://apps.who.int/bookorders>.

Xiao, J., Wang, L., Deng, L., & Jin, Z. (2019). Characteristics, sources, water quality and health risk assessment of trace elements in river water and well water in the Chinese Loess Plateau. *Science of The Total Environment*, 650, 2004–2012. <https://doi.org/10.1016/J.SCITOTENV.2018.09.322>

Xu, Z., Shen, J., Qu, Y., Chen, H., Zhou, X., Hong, H., Sun, H., Lin, H., Deng, W., & Wu, F. (2022). Using simple and easy water quality parameters to predict trihalomethane occurrence in tap water. *Chemosphere*, 286, 131586. <https://doi.org/10.1016/J.CHEMOSPHERE.2021.131586>

Yu, C. Q., Huang, X., Chen, H., Godfray, H. C. J., Wright, J. S., Hall, J. W., Gong, P., Ni, S. Q., Qiao, S. C., Huang, G. R., Xiao, Y. C., Zhang, J., Feng, Z., Ju, X. T., Ciais, P., Stenseth, N. C., Hessen, D. O., Sun, Z. L., Yu, L., ... Taylor, J. (2019). Managing nitrogen to restore water quality in China. *Nature* 2019 567:7749, 567(7749), 516–520. <https://doi.org/10.1038/s41586-019-1001-1>

Yunus, A. P., Masago, Y., & Hijioka, Y. (2020). COVID-19 and surface water quality: Improved lake water quality during the lockdown. *Science of The Total Environment*, 731, 139012. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.139012>

Zaman, M., Shahid, S. A., & Heng, L. (2018). Irrigation Water Quality. *Guideline for Salinity Assessment, Mitigation and Adaptation Using Nuclear and Related Techniques*, 113–131. https://doi.org/10.1007/978-3-319-96190-3_5

Zhang, L. (2019). Big Data, Knowledge Mapping for Sustainable Development: A Water Quality Index Case Study. *Emerging Science Journal*, 3(4), 249–254. <https://doi.org/10.28991/ESJ-2019-01187>