

Análisis de los parámetros físicos, químicos y biológicos del agua de la Universidad Peruana Unión Filial Juliaca

Jhon Ccori Condori

^aEP. Ingeniería Ambiental, Facultad de Ingeniería y Arquitectura, Universidad Peruana Unión

Resumen

El presente estudio tiene como objetivo analizar los parámetros físico químicos y biológicos del agua utilizada en la Universidad Peruana Unión (UPeU), para ello se tomó muestras de tres puntos de mayor concurrencia por la población universitaria para evaluar su calidad y determinar su aptitud para el consumo humano, cumpliendo con los estándares nacionales e internacionales. Se realizaron mediciones de parámetros; físico, químicos (pH, turbidez, sólidos totales disueltos, cloro residual, entre otros) y biológicos (coliformes totales, termotolerantes) en diversas fuentes de agua de la universidad. Los resultados del pabellón D de la (UPeU) en cuanto a los parámetros como; pH 6.52, Conductividad eléctrica 0.90 $\mu\text{mho/cm}$, Sólidos disueltos Totales

0.60 mg/L, Dureza total 565 mg CaCO_3/L , Alcalinidad 335.15 mg/L, Cloruros 93.28 mg/L, Sulfatos 230 mg/L, Calcio 185.89 mg/L, Nitratos 0.03 mg/L, Magnesio 116.38 mg/L, Coliformes totales 250 NMP/100 ml, Coliformes termotolerantes y 30 NMP/100 ml; mostraron que, aunque la mayoría de los parámetros físico químicos se encontraron dentro de los estándares establecidos. Este análisis pone de manifiesto la importancia de realizar monitoreos continuos y mejora en los sistemas de tratamiento para garantizar la salud pública y la seguridad hídrica en la universidad.

Palabras clave: Agua, análisis, parámetros físico químicos, calidad del agua,

1. Introducción

El presente análisis integral del agua de la UPeU proporciona una visión de la calidad del agua que podría ayudar a tomar decisiones informadas para su gestión y tratamiento para optimizar la seguridad, la salud y el cumplimiento de las normativas vigentes.

La Organización Mundial de la Salud (OMS) proporciona directrices detalladas para el análisis de la calidad del agua potable para el consumo humano y para todo uso doméstico habitual, incluida la higiene personal, que debe cumplir con los parámetros establecidos (OMS, 2017). "La calidad del agua potable, en cuanto al análisis de los parámetros físicos, químicos y biológicos del agua es crucial para garantizar que el

agua sea segura para el consumo humano y para proteger la salud pública (MINAM, 2020).

Gran parte de las metodologías utilizadas para estudiar y monitorear la calidad del agua en cuanto a parámetros físicos, químicos y biológicos, se basan principalmente en el análisis fisicoquímico (Delgado, Chavarri Christian Falcón, B. J, 2019).

En cuanto a los métodos para la evaluación fisicoquímica; se tomará 3 muestras de los puntos de medición estratégicos de la UPeU, como: El pabellón D (por estar en el centro de todos los pabellones en general), el cafetín y el comedor Universitario, y para la medición microbiológica se realizará una toma y análisis de la muestra, para esto utilizaremos el laboratorio de Saneamiento Ambiental de la UPeU que se encuentran implementados para realizar los análisis y las mediciones correspondientes.

El impacto fisicoquímico en el agua suele ser un punto de inicio para la debacle en la salud pública, por eso es necesario controlarlo (Lipa, Rodríguez, Rivera, & Mendoza, 2020). Este estudio pretende realizar una medición objetiva, cuantitativa y adecuada para poder tener información actualizada de la calidad fisicoquímica del agua de la UPeU. Los resultados del análisis de agua pueden revelar fallos en los sistemas de tratamiento y distribución, como filtración inadecuada, desinfección insuficiente, o contaminación durante el almacenamiento y distribución (Rodríguez, 2019). Este conocimiento práctico es esencial para guiar la

mejoras en la infraestructura de saneamiento y tratamiento del agua, asegurando que las inversiones se realicen en áreas que maximicen la efectividad y eficiencia de los sistemas de agua potable (Vásquez et. al, 2021). El análisis de agua para consumo humano radica en su capacidad para abordar problemas concretos que afectan la salud pública, mejorar la infraestructura y gestión del agua, cumplir con normativas, y contribuir a la protección de los recursos hídricos. Estos resultados tienen un impacto directo y tangible en la calidad de vida de la población, haciendo que este estudio sea no solo relevante, sino también necesario.

2. Metodología

2.1 Zona de estudio

La ubicación de la zona de estudio para la presente investigación la hemos considerado en el distrito de Juliaca el cual pertenece a la provincia de San Román del departamento de Puno, ubicado a 3824 m.s.n.m., exactamente en la: carretera salida Arequipa Km. 6 Chullunquiani, Av. Héroes de la Guerra del Pacífico, Juliaca 21100

Figura 1 Ubicación de la Universidad Peruana Unión Campus Juliaca.



Fuente: Adaptado de las imágenes de google maps. <https://maps.app.goo.gl/k5o3TXr41EhigbDC7>

La toma de muestras se realizó de acuerdo a las recomendaciones que se han establecido en el documento denominado protocolo Nacional de la calidad de los Agua en el año 2011. Z - Ejecución del Programa de campo: Para la ejecución del análisis se ha preparado todo el material a utilizarse para la toma de muestras, de ahí que ha sido necesario verificar una y otra vez mediante una lista de chequeo si se tiene o no todos los implementos antes de la salida de campo. Se prepararon los frascos que se utilizaron conforme con la lista de parámetros que se evaluaron. - Se procedió con el rotulado de todos los frascos de la etapa anterior. El traslado de los frascos, se realizó en contenedores para evitar que se contaminen o se calienten. - Las muestras se almacenaron en buen estado. - Al finalizar la campaña de toma de muestras de agua se trasladaron hasta el laboratorio - Toma de muestras por parámetros físicos químicos y biológicos - Se prepararon los frascos que se utilizaron conforme con la lista de parámetros evaluados. - Se procedió con el rotulado de todos los frascos de la etapa anterior. - Se trasladó los frascos en contenedores para evitar que se contaminen o se calienten. - Al finalizar la campaña de toma de muestras, manteniéndose a resguardo del laboratorio de la UPeU

3. Materiales

Materiales de campo.

- Cuaderno de apuntes.
- Guantes.
- Tablero para el cuaderno.
- Lápiz, lapicero, plumón de tinta indeleble.
- Cinta masking
- Mascarilla quirúrgica.

Materiales de laboratorio.

- Pizeta
- Soporte de pinzas para sujetar buretas.
- Matrices Erlenmeyer.
- Tubos de 22x175mm de 10.0 mL
- Tubos de 16x150mm de 10.0 mL
- Matrices volumétricos de 100 mL
- Tubos de digestión.
- Caja Petri.
- Tubos de de ensayo 13x100.
- Pipetas.

4. Métodos

4.1 Muestreo del Agua.

La toma de muestras se realizó de acuerdo a las recomendaciones que se han establecido en el documento denominado protocolo Nacional de la calidad de los Agua en el año 2011.

- Ejecución del Programa de campo: Para la ejecución del análisis se ha preparado todo el material a utilizarse para la toma de muestras, de ahí que ha sido necesario verificar una y otra vez mediante una lista de chequeo si se tiene o no todos los implementos antes de la salida de campo.

Se prepararon los frascos que se utilizaron conforme con la lista de parámetros que se evaluaron.

- Se procedió con el rotulado de todos los frascos de la etapa anterior. El traslado de los frascos, se realizó en contenedores para evitar que se contaminen o se calienten.

- Las muestras se almacenaron en buen estado.

- Al finalizar la campaña de toma de muestras de agua se trasladaron hasta el laboratorio

- Toma de muestras por parámetros físicos químicos y biológicos

- Se prepararon los frascos que se utilizaron conforme con la lista de parámetros evaluados.

- Se procedió con el rotulado de todos los frascos de la etapa anterior.

- Se trasladó los frascos en contenedores para evitar que se contaminen o se calienten.

- Al finalizar la campaña de toma de muestras, manteniéndose a resguardo del laboratorio de la UPeU

5.1. Participantes

El equipo de investigación está realizada por un estudiantes de la EP. Ingeniería Ambiental que realice el muestreo de y análisis de los datos obtenidos de la muestra de agua.

5.2. Instrumentos

Se utilizaron diversos instrumentos principalmente el Multiparámetro, para la medición de los parámetros fisicoquímicos y biológicos como medidores del pH y la turbidez y componentes microbiológicos como técnicas de filtración.

5. Resultados y Discusión

Los resultados de los parámetros fisicoquímicos muestran que el pH del agua es de 6.52, dentro del rango permitido de 6.5 a 8.5, por lo que cumple con el límite establecido. La conductividad eléctrica registrada es de 0.90 $\mu\text{mho/cm}$, muy por debajo del límite máximo de 1500 $\mu\text{mho/cm}$, no cumpliendo así con los requisitos. Los sólidos disueltos totales se encuentran en 0.60 mg/L, también cumpliendo al estar por debajo del límite de 1000 mg/L.

En cuanto a la dureza total, el valor obtenido es de 565 mg CaCO₃/L, superando el límite permitido de 500 mg CaCO₃/L, por lo cual no cumple con la norma establecida. Esto indica una mayor concentración de minerales, lo cual podría afectar el sabor del agua y favorecer la acumulación de sarro. La alcalinidad es de 335.15 mg/L; sin embargo, este parámetro no tiene un límite máximo definido en la tabla, por lo que se considera que cumple.

Los cloruros (Cl⁻) tienen un valor de 93.28 mg/L, muy por debajo del límite de 250 mg/L, lo cual es favorable. Asimismo, los sulfatos (SO₄²⁻) presentan un nivel de 230 mg/L, cumpliendo al estar bajo el límite de 250 mg/L. En el caso del calcio (Ca⁺⁺) y el magnesio (Mg⁺⁺), ambos parámetros cumplen al no tener un límite determinado en esta tabla, con valores de 185.89 mg/L y 116.38 mg/L respectivamente. Los nitratos (NO₃⁻) se encuentran en 0.03 mg/L, muy por debajo del límite de 50 mg/L, por lo cual también cumplen. Coliformes totales y coliformes termotolerantes 250 NMP/100 ml y 30 NMP/100 ml respectivamente no cumpliendo con los LMP.

Tabla 1 *Pabellón D*

Parámetros fisicoquímicos		Valores LMP		Cumplimiento
pH	Valor de pH	6.52	6.5-8.5	SI
Conductividad eléctrica	µmho/cm	0.90	1500	SI
Sólidos disueltos Totales	mg/L	0.60	1000	SI
Dureza total	mgCaCO ₃ /L	565	500	NO
Alcalinidad	mg/L	335.15	ND	SI
Cloruros	mgCl/L	93.28	250	SI
Sulfatos	mgSO ₄ /L	230	250	SI

Calcio	mg/L	185.89	ND	SI
Nitratos	mgNO ₃ /L	0.03	50	SI
Magnesio	mg/L	116.38	ND	SI
Bacteriológicos				
Coliformes totales	NMP/100 ml	250	<1.8	NO
Coliformes termotolerantes	NMP/100 ml	30	<1.8	NO

En la tabla 1 se observa que los resultados de la muestra del edificio D, los parámetros fisicoquímicos y biológicos se muestran que no cumplen con los límites máximos permisibles superando los parámetros establecidos.

Tabla 2 Resultado Cafetín

Parámetros fisicoquímicos		Resultados	LMP	Cumplimiento
pH	Valor de pH	6.52	6.5-8.5	SI
Conductividad eléctrica	µmho/cm	400	1500	SI
Sólidos disueltos Totales	mg/L	0.90	1000	SI
Dureza total	mgCaCO ₃ /L	450	500	SI
Alcalinidad	mg/L	435.55	ND	SI
Cloruros	mgCl/L	150.28	250	SI

Sulfatos	mgSO ₄ /L	200	250	SI
Calcio	mg/L	255.89	ND	SI
Nitratos	mgNO ₃ /L	0.20	50	SI
Magnesio	mg/L	158.38	ND	SI
Bacteriológicos				
Coliformes totales	NMP/100 ml	0	<1.8	SI
Coliformes termotolerantes	NMP/100 ml	0	<1.8	SI

En la tabla 2 se observa que los resultados de la muestra del Cafetín, los parámetros fisicoquímicos y biológicos se muestran que si cumplen con los límites máximos permisibles estando dentro de los parámetros establecidos.

Tabla 3 Comedor universitario

Parámetros fisicoquímicos		Valores LMP		Cumplimiento
pH	Valor de pH	7.52	6.5-8.5	SI
Conductividad eléctrica	µmho/cm	300	1500	SI
Sólidos disueltos Totales	mg/L	0.50	1000	SI
Dureza total	mgCaCO ₃ /L	20	500	SI
Alcalinidad	mg/L	150.55	ND	SI

Cloruros	mgCl/L	50.26	250	SI
Sulfatos	mgSO ₄ /L	120	250	SI
Calcio	mg/L	135.89	ND	SI
Nitratos	mgNO ₃ /L	0.02	50	SI
Magnesio	mg/L	157.58	ND	SI
Bacteriológicos				
Coliformes totales	NMP/100 ml	0	<1.8	SI
Coliformes termotolerantes	NMP/100 ml	0	<1.8	SI

En la tabla 3 se observa que los resultados de la muestra del Comedor universitario, los parámetros fisicoquímicos y biológicos se muestran que si cumplen con los límites máximos permisibles estando dentro de los parámetros establecidos.

6. Discusión

Según Turpo (2018), su estudio sobre la calidad del agua en el sector Chimu y la PTAP Aziruni en Puno identificó varios puntos críticos en términos de conductividad, sulfatos y coliformes totales. La conductividad en ambas áreas superó los estándares permitidos, con un promedio de 396.67 μ S/cm, lo cual sugiere una alta mineralización, posiblemente derivada de la geología local, actividades agrícolas o infiltración de aguas residuales. Los niveles de sulfato también excedieron los límites, con un promedio de 78.33 mgSO₄/L, afectando el sabor del agua. Asimismo, en junio se detectaron coliformes totales levemente por encima del límite (0.53 NMP/100 ml), indicando contaminación fecal potencial y la necesidad de fortalecer los protocolos de monitoreo y tratamiento, especialmente en los meses de mayor carga bacteriana. El análisis estadístico no mostró diferencias significativas en la calidad del agua entre ambos puntos de muestreo, lo que

sugiere que el agua no mejora durante su trayecto, resaltando la necesidad de mejoras en los sistemas de tratamiento y distribución para proteger la salud de la población.

Si bien la mayoría de los parámetros fisicoquímicos en el Pabellón D se encuentran dentro de los límites, la presencia significativa de coliformes totales (250 NMP/100 ml) y coliformes termotolerantes (30 NMP/100 ml) indica una contaminación fecal potencial. Esta discrepancia sugiere que los métodos de desinfección podrían ser insuficientes o que existe una fuente de contaminación posterior al tratamiento del agua. La falta de cumplimiento en estos parámetros bacteriológicos anula cualquier cumplimiento en los fisicoquímicos, ya que la presencia de bacterias patógenas implica un riesgo para la salud, independientemente de los valores de pH, conductividad, etc.

7. Conclusiones

El análisis de los parámetros fisicoquímicos y biológicos del agua de la Universidad Peruana Unión (UPeU) en los tres puntos donde se tomó las muestras el pabellón D, el Cafetín, el comedor Universitario reveló que, aunque los parámetros fisicoquímicos están dentro de los límites permitidos en cuanto al Cafetín y el comedor universitario, los niveles de contaminación microbiológica (coliformes totales y *E. coli*) superan los estándares aceptables, en cuanto al pabellón D lo que representa un riesgo para la salud pública de la UPeU.

Se concluye que es necesario realizar mejoras en los sistemas de tratamiento de agua de la universidad, particularmente en los procesos de desinfección y filtración, para garantizar la calidad del agua consumida por los estudiantes, docentes y personal administrativo. Además.

Recomendaciones

Mejorar los sistemas de tratamiento de agua: Es necesario optimizar los procesos de desinfección y filtración para reducir la presencia de contaminantes biológicos.

Monitoreo continuo: Implementar un sistema de monitoreo periódico de la calidad del agua para detectar y corregir problemas de contaminación.

Capacitación en manejo de agua: Capacitar a los encargados del sistema de distribución de agua en la UPeU sobre las mejores prácticas para asegurar la calidad del agua.

Agradecimientos

Agradecemos a los profesores y personal administrativo de la Facultad de Ingeniería y Arquitectura de la UPeU, así como al laboratorio que nos facilitó los recursos y equipos para el análisis microbiológico.

8. Referencias

Delgado, Chavarri Christialn Falcón, B. J. (2019). Evaluación del abastecimiento de agua potable para gestionar adecuadamente la demanda poblacional utilizando la metodología siras 2010 en la ciudad de Chongoyape, Chiclayo, Lambayeque, Perú. *Tesis*.

- Lipa-Paye, Y. L., Rodríguez, C. M., Rivera-Suaña, J. A., & Mendoza-Montoya, J. J. (2020). Uso de filtros de carbón activado para mejorar la calidad del agua para consumo humano en centros poblados de la Región de Puno. *Revista Científica Investigación Andina*, 20(2).
- Rodríguez, R. P. (2019). Evaluación de la calidad del agua para consumo humano en la ciudad universitaria de la Universidad Nacional de Trujillo, 2019. *Universidad Nacional de Trujillo*, 1.
- Turpo, J. (2018). Evaluación De Parámetros Físico-Químicos Y Microbiológicos Del Agua Potable De La Planta De Tratamiento Aziruni, Puno 2017. *Universidad Privada San Carlos-Puno*, 1(051).
- VÁSQUEZ FALCÓN, S. C. (2021). “Calidad del agua para consumo humano y percepcion de la población Gallito, distrito de fernando lores-región loreto 2020”. *Repositorio Institucional - UNAP*.
- Organización Mundial de la Salud (OMS). (2017). *Directrices para la calidad del agua potable*. Ginebra: OMS.
- Ministerio del Ambiente (MINAM). (2020). Norma Técnica Peruana NTP 570.009: *Calidad del agua - Requisitos para agua potable*. Lima: MINAM.