**La contaminación química y biológica en la región Puno**

Ruth Medelin, Quispe Arapa1, Sandra Maria, Merma Apaza, Braian Anderson , Hancco Quispe1 Cristian Deyvis, Ccora Chambi1

1Universidad Peruana Unión, Facultad de Ingenieria y Arquitectura, EP Ingenieria Ambiental Lima, Peru.

Resumen

La investigación se realizó en el botadero de Cancharani, distrito, provincia y Región Puno – Perú; entre los meses de enero y junio del año 2015, representando a dos épocas (seca y lluviosa). Los objetivos fueron: a) evaluar la calidad físico química de fuentes de agua vertidos con lixiviados del botadero de residuos sólidos de Cancharani –Puno y b) establecer los efectos de los residuos sólidos en la salud pública de la población de la zona periférica del botadero de Cancharani - Puno. La metodología consistió en evaluar la calidad físico química del agua, como son la temperatura mediante el método electrométrico, el pH mediante el método potenciométrico, los sólidos disueltos totales mediante el método de la conductimetría, el nitrógeno amoniacal y el fósforo total mediante el método colorimétrico y la demanda biológica y química de oxígeno mediante el método de digestión cerrada. Los datos fueron contrastados con los límites máximos permisibles recomendados en el D. S. 015-2015-MINAM, categoría 4 Conservación del Ambiente Acuáticos (ríos de la sierra) y evaluados mediante pruebas descriptivas (promedio) y de dispersión (desviación estándar y coeficiente de variabilidad). La salud pública de la población aledaña fue registrada mediante la realización de encuestas. El diseño experimental fue completo al azar, se realizó pruebas de análisis de varianza y Duncan comparándose entre los puntos de muestreo. Entre los resultados obtenidos, se determinó que las aguas influenciadas por los lixiviados presentaron los siguientes valores: la temperatura osciló entre 6.95 y 10.00 °C, el pH fluctuó entre 6.26 y 8.26 unidades; los sólidos disueltos totales variaron entre 68.00 y 6590.00 mg/l; las cifras de fósforo oscilaron entre 3.11 y 24.72 mg/l; los valores de nitrógeno amoniacal fluctuaron entre 0.17 y 10.91 mg/l; la DBO5 varió entre 24.43 y 3375.18 mg/l y la DQO fluctuó entre 61.18 y 7139.44 mg/l. De la calidad físico química del agua evaluada, se estima que podrían originar diversos malestares, en la salud pública de la población que habita en la zona periférica al botadero de Cancharani, como son los dolores de cabeza (90%), nerviosismo (16%), irritación (20%) e insomnio (12%); asimismo de afecciones en la piel en un 52% y de trastornos oculares en un 28%; y la presencia de afecciones digestivas como diarreas (36%), náuseas (32%) y gastritis (76%). Se concluye afirmando que la inadecuada disposición de los residuos sólidos en el botadero de Cancharani influyen sobre la calidad físico química del agua y las personas que habitan en las proximidades del botadero de residuos sólidos de Cancharani, poseen una percepción negativa en la salud de la población de la zona de Cancharani – Puno.

*Palabras clave:*

1. Introducción

El crecimiento urbano acelerado e informal en el Perú, especialmente en ciudades como Puno, ha provocado un aumento considerable en la generación de residuos sólidos. Estos residuos, muchas veces mal gestionados, terminan siendo arrojados a ríos, lagos y espacios públicos, lo que representa una amenaza para la salud humana y el medio ambiente. En Puno, el botadero municipal de Cancharani no cumple con las normas técnicas, y la ciudad genera aproximadamente 89 toneladas de residuos al día, con 50 puntos de vertido ilegal.

El mal manejo de los residuos y la falta de control sanitario generan lixiviados (líquidos contaminantes) que se infiltran en aguas superficiales y subterráneas, afectando la calidad del agua del Lago Titicaca y poniendo en riesgo a la población local y la vida silvestre. Los botaderos, al no contar con sistemas de control adecuados, emiten gases, malos olores, y propician la proliferación de vectores de enfermedades, además de estar prohibidos por la ley.

Se resalta la importancia de aplicar una gestión integral de residuos sólidos como lo establece la Agenda 21, incluyendo reciclaje, recolección adecuada y disposición final segura. También se plantea la necesidad de actualizar y mejorar el Plan Integral de Gestión Ambiental de Residuos Sólidos (PIGARS) en Puno, considerando el impacto directo que el botadero de Cancharani tiene en los 330 habitantes de la zona cercana, su salud y el ecosistema.

1. Desarrollo o Revisión

La región Puno, ubicada en el altiplano peruano y bañada por las aguas del lago Titicaca, enfrenta serios problemas ambientales asociados a la contaminación química y biológica. Estos problemas tienen un impacto negativo no solo en el ecosistema local, sino también en la salud de las comunidades que habitan esta zona.

Contaminación química

Uno de los factores más alarmantes es la contaminación química del agua, suelo y aire, causada principalmente por la actividad minera formal e informal, el vertido de aguas residuales y el uso excesivo de agroquímicos. En zonas como Ananea y La Rinconada, la minería aurífera utiliza grandes cantidades de mercurio y cianuro, que son liberados sin un tratamiento adecuado. Estos metales pesados contaminan los ríos y lagunas, alterando la calidad del agua y afectando a los peces y a quienes los consumen.

Además, los pesticidas y fertilizantes químicos empleados en la agricultura intensiva de productos como la quinua y la papa se filtran en el suelo y alcanzan las fuentes hídricas. La falta de un sistema de control adecuado agrava esta situación, elevando los niveles de nitratos, fosfatos y metales pesados.

Contaminación biológica

La contaminación biológica, por su parte, está relacionada con el vertimiento de aguas residuales domésticas, industriales y hospitalarias sin tratamiento previo. Las ciudades de Juliaca y Puno carecen en muchos casos de plantas de tratamiento funcionales, lo que provoca que las aguas servidas sean arrojadas directamente a ríos y al lago Titicaca. Esto favorece la proliferación de microorganismos patógenos como *Escherichia coli*, *Salmonella* y *Giardia*, responsables de enfermedades gastrointestinales, hepáticas y dérmicas.

Los residuos sólidos también contribuyen a esta problemática, pues gran parte de la basura se dispone en botaderos a cielo abierto. Esta práctica permite que los lixiviados contaminen las napas freáticas y generen focos de infección.

Consecuencias e iniciativas

La combinación de contaminantes químicos y biológicos genera un escenario de alta vulnerabilidad ambiental y sanitaria. Diversos estudios han demostrado altos índices de anemia, enfermedades diarreicas agudas y problemas respiratorios en niños y adultos de las comunidades ribereñas.

En respuesta, instituciones como el Ministerio del Ambiente (MINAM) y gobiernos regionales han promovido planes de recuperación ambiental, incluyendo la instalación de plantas de tratamiento y campañas de sensibilización. Sin embargo, la ejecución es lenta y en muchos casos insuficiente frente a la magnitud del problema.

* 1. Definición de Suelos

El **suelo** es una capa superficial de la corteza terrestre compuesta por una mezcla de minerales, materia orgánica, agua, aire y organismos vivos. Cumple funciones esenciales como el sustento de la vida vegetal, el almacenamiento de agua y nutrientes, el hábitat de microorganismos y la regulación del ciclo del carbono. En el contexto ambiental, el suelo actúa como un filtro natural que ayuda a degradar y retener contaminantes, desempeñando un papel fundamental en el equilibrio ecológico.

**Tipos de suelos en la región Puno**

En la región Puno, debido a su geografía altiplánica y su clima andino, predominan los suelos del tipo **cambisol, andosol** y **gleysol**, caracterizados por:

* Elevado contenido de materia orgánica en zonas de pastizales altoandinos.
* Texturas francas o franco-arenosas, que permiten una moderada infiltración del agua.
* Alta vulnerabilidad a la erosión y a la degradación por uso agrícola y minero.

Estos suelos, aunque fértiles en algunas zonas, son frágiles frente a actividades humanas intensivas, lo que los hace susceptibles a la **contaminación química y biológica**.

**Impacto de la contaminación sobre los suelos**

La **contaminación química del suelo** en Puno ocurre principalmente por la acumulación de metales pesados como mercurio, plomo, cadmio y arsénico, provenientes de actividades mineras. Estos elementos se adhieren a las partículas del suelo, modificando su estructura y afectando su capacidad de retención de agua y nutrientes. También pueden ser absorbidos por las plantas, ingresando a la cadena alimenticia y poniendo en riesgo la salud humana y animal.

Por otro lado, la **contaminación biológica** del suelo se produce por el depósito de residuos orgánicos sin tratamiento, incluidos excrementos humanos y animales, así como aguas residuales contaminadas. Esto favorece la proliferación de bacterias, virus y parásitos, afectando tanto la calidad del suelo como la salud pública.

**Consecuencias ambientales**

* **Disminución de la fertilidad**: la presencia de contaminantes reduce la actividad biológica benéfica del suelo.
* **Contaminación del agua subterránea**: los lixiviados transportan sustancias tóxicas desde el suelo hacia los acuíferos.
* **Pérdida de biodiversidad microbiana**: la toxicidad química altera el equilibrio de microorganismos que cumplen funciones clave en el suelo.

Figura 1

Título de la figura



Nota.

El suelo.

La región Puno presenta suelos altoandinos como **andosoles**, **cambisoles** y **gleysoles**, formados en climas fríos y secos. Son moderadamente fértiles, pero frágiles ante la **erosión**, la **minería contaminante** y el **uso excesivo de agroquímicos**. Estos suelos sostienen cultivos como papa y quinua, y son clave para la ganadería de camélidos. Su conservación es esencial para proteger el ecosistema del altiplano y el lago Titicaca.Agua y aire: De acuerdo a (Brady & Weil, 2018) suelos.

1. Conclusiones

Las fuentes de agua ubicadas en los alrededores del botadero de Cancharani muestran signos de contaminación por lixiviados generados por los residuos sólidos mal gestionados. Esta contaminación se refleja en parámetros como sólidos disueltos totales, fósforo total, nitrógeno amoniacal, demanda bioquímica de oxígeno (DBO5) y demanda química de oxígeno (DQO), cuyos niveles superan los límites máximos establecidos por el D.S. 015-2015-MINAM para la conservación de ecosistemas acuáticos.

Asimismo, los habitantes de la zona periférica al botadero expresan una percepción negativa sobre su presencia, debido a que muchos reportan afecciones a su salud que podrían estar relacionadas con la contaminación generada. Esto evidencia un impacto ambiental y social considerable que requiere atención urgente.

4 Referencias

Acurio, G., Rossini, A., Texeira P. y Zepeda F. (1997). Clasificación de Residuos

Sólidos México Publicación conjunta del Banco Interamericano de

Desarrollo y la Organización Panamericana de la Salud. Washington, D.C.

Julio de 1997 N° ENV. 97 – 107.

Álvarez, C. y Suarez, J. (2006). Tratamiento Biológico del Lixiviado generado en

el Relleno Sanitario “El Guayabal” de la Ciudad San José de Cucuta.

Ingeniería & desarrollo Universidad del Norte. 20: 95 – 105. Julio –

Diciembre.

APHA, American Public Health Association. (2005). Standards Methods for

Examination of Water and Waste Water. 21th edition. Washington D. C.

Atlas, R. y Bartha R. (2002). Ecología microbiana y microbiología ambiental.

Pearson Educación, Madrid.