

Aplicación de Tecnosoles para la biorremediación de suelos contaminados con Arsénico en Tiquillaca, Puno Perú

Application of Tecnosoles for the bioremediation of soils contaminated with Arsenic in Tiquillaca, Puno Peru

Oscar Alberto Capaquira Bautista¹, Jafet Williams Pariona Avalos², Melissa Geraldine Maqui Cahuana³, Luis Miguel Romero Echevarria⁴
^{1,2,3,4}Universidad Nacional Tecnológica de Lima Sur

Resumen

El Perú es reconocido a nivel internacional como uno de los principales países con reservas mineras, aumentando la extracción de metales con alta demanda como la plata, cobre, zinc, oro, entre otros. Sin embargo, al igual que cualquier actividad antropogénica, deja huellas en el medio ambiente en los cuales se resaltan los Pasivos Ambientales Mineros (PAM), que son aquellos residuos producidos por operaciones mineras abandonadas o inactivas, desde el 2004 hasta el 2022 se registraron un total de 7668 PAM (MINEM, 2021). Más de 10 millones de personas, equivalente al 31% de la población del país se encuentra en una situación de riesgo de exposición a metales pesados y químicos con la industria petrolera, de los cuales 6 millones 812 mil personas están en riesgo de contaminación por arsénico en donde el departamento de Puno ocupa el segundo lugar con más casos de riesgo (MINSA, 2020). El objetivo principal de este estudio fue analizar el sistema de tecnosoles como una medida para la biorremediación de suelos contaminados con arsénico. Los tecnosoles son suelos “a la carta” elaborados por el hombre de acuerdo a sus necesidades, compuestos de materia orgánica e inorgánica capaces de neutralizar elementos potencialmente tóxicos con el fin de obtener un suelo con propiedades semejantes al suelo natural (FAO, 2008). Conforman suelos con desechos no contaminados, los cuales no se consideran residuos sino un producto de valor agregado (Bolaños et al., 2021). Según estudios, son un método eficiente y práctico para comprender la relación entre la estructura del suelo y sus funciones, logrando restaurar el suelo minero totalmente degradado a un suelo cercano al natural (Rodríguez-Vila et al., 2015). La metodología tuvo un enfoque de tipo cuantitativo y experimental. En la primera fase del proyecto se realizó cuatro tomas de muestras en la región de Tiquillaca para determinar los parámetros fisicoquímicos del nivel actual de contaminación, se elaboró calicatas de 30 x 30 x 30 cm y se tomó una muestra de 32 kg de los cuales 2 kg fueron destinados para análisis de laboratorio pretratamiento y lo demás fueron empleados para la elaboración de los tecnosoles. La segunda fase consistió en la construcción de los tecnosoles en el cual se utilizó la muestra de 30 kg del suelo contaminado para la elaboración de 3 camas de tecnosoles de 1 m x 0.5 m, en el cual se levantó 5 capas: siendo la primera capa el suelo contaminado de 10 kg seguido de la arcilla compactada de 0.20 m para después tenderse una capa de roca chancada (caliza) de 0.20 m, luego una capa de materia orgánica (compost) y para finalizar una capa vegetal de una especie endémica. Y como última fase del proyecto después de 6 meses se realizó los análisis de los parámetros fisicoquímicos postratamiento. Se concluyó que el sistema de tecnosoles es una tecnología práctica para el tratamiento de suelos contaminados con arsénico, recuperando las propiedades típicas de un suelo natural y así no representar un peligro para la población ni el medio ambiente.

Palabras clave: Tecnosoles, Biorremediación, Suelos contaminados, Arsénico.

Abstract

Peru is recognized internationally as one of the main countries with mining reserves, increasing the extraction of metals with high demand such as silver, copper, zinc, gold, among others. However, like any anthropogenic activity, it leaves traces in the environment in which the Mining Environmental Liabilities (PAM) stand out, which are those waste produced by abandoned or inactive mining operations. From 2004 to 2022, a total of 7668 PAM (MINEM, 2021). More than 10 million people, equivalent to 31% of the country's population, are at risk of exposure to heavy

metals and chemicals with the oil industry, of which 6 million 812 thousand people are at risk of arsenic contamination. where the department of Puno occupies second place with the most risk cases (MINSa, 2020). The main objective of this study was to analyze the technosol system as a measure for the bioremediation of soils contaminated with arsenic. Technosols are “à la carte” soils prepared by man according to their needs, composed of organic and inorganic matter capable of neutralizing potentially toxic elements in order to obtain a soil with properties similar to natural soil (FAO, 2008). They make up soil with uncontaminated waste, which is not considered waste but rather a value-added product (Bolaños et al., 2021). According to studies, they are an efficient and practical method to understand the relationship between the structure of the soil and its functions, managing to restore the completely degraded mining soil to a soil close to the natural one (Rodríguez-Vila et al., 2015). The methodology had a quantitative and experimental approach. In the first phase of the project, four samplings were carried out in the Tiquillaca region to determine the physicochemical parameters of the current level of contamination. 30 x 30 x 30 cm pits were created and a 32 kg sample was taken, of which 2 kg were destined for pretreatment laboratory analysis and the rest were used for the preparation of the technosols. The second phase consisted of the construction of the technosols in which the 30 kg sample of contaminated soil was used to prepare 3 beds of technosols of 1 m x 0.5 m, in which 5 layers were raised: the first layer being the contaminated soil of 10 kg followed by compacted clay of 0.20 m and then a layer of crushed rock (limestone) of 0.20 m is laid, then a layer of organic matter (compost) and finally a vegetal layer of an endemic species. And as the last phase of the project, after 6 months, the analyzes of the post-treatment physicochemical parameters were carried out. It was concluded that the technosol system is a practical technology for the treatment of soils contaminated with arsenic, recovering the typical properties of a natural soil and thus not representing a danger to the population or the environment.

Keywords: Technosols, Bioremediation, Contaminated soils, Arsenic.

Referencias Bibliográficas

- [1] Bolaños- Guerròn, D., Capa, J., Cumbra Flores, L. (2021). Retención de metales pesados de relaves mineros mediante tecnosoles preparados con suelos nativos y nano partículas. *Heliyon*. 7(7) 31-76. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e07631>
- [2] Ministerio de Energía y Minas - MINEM. (2021). Anuario Minero 2021. Reporte estadístico. <https://www.minem.gob.pe/minem/archivos/file/Mineria/PUBLICACIONES/ANUARIOS/2021/AM2021.pdf>
- [3] Ministerio de Salud - MINSa. (2020). Informe Especial N°060-2020-JAMC-DENOT-DGIESP/MINSa. https://www.scribd.com/document/486874349/Documento-MINSa-metales-toxicos#from_embed
- [4] Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura – FAO (2008). Base referencial mundial del recurso suelo. Un marco conceptual para clasificación, correlación y comunicación internacional. <https://www.fao.org/3/a0510s/a0510s.pdf>
- [5] Rodríguez-Vila, A., Asensio, V., Forján Castro, R., & Covelo, E. (2015). Remediación del suelo de una mina de cobre con enmiendas orgánicas: compost y biocarbón versus tecnosol y biocarbón. *Spanish Journal of Soil Science*. 5(2), 130-143. <https://doi.org/10.3232/sjss.2015.v5.n2.03>

Email:

¹1815110260@untels.edu.pe

²1815011052@untels.edu.pe

³1825010470@untels.edu.pe

⁴romeroe@untels.edu.pe