



Las Fuerzas Militares como Instrumento de Conservación Ambiental

Wilder Leonardo Gamboa Ruiz

Docente Departamento de Química (Universidad Militar Nueva Granada)

Químico (Universidad Nacional); master en Calidad en laboratorios analíticos (Universidad de Faro/Universidad de Barcelona); doctor en Ciencias (Universidad de Kagoshima).

Resumen

La contaminación por mercurio constituye una de las problemáticas ambientales de mayor relevancia en el país debido en mayor medida a que el uso indiscriminado de esta sustancia en actividades mineras e industriales ha ocasionado el detrimento del ecosistema. Sin embargo, es insuficiente el conocimiento que se tiene en el país de la problemática generada por la liberación de mercurio en los diferentes compartimientos ambientales y su impacto en el deterioro del ecosistema y la salud humana. Adicionalmente, considerando que la minería artesanal del mercurio es en gran parte controlada por actores armados ilegales, las Fuerzas Militares tienen un rol importante en el control de estos grupos y por ende son un actor de vital importancia en la conservación medioambiental de Colombia.

Minería Artesanal

Las actividades humanas, en especial la minería y la combustión del carbón son las actividades humanas que han contribuido a la movilización del mercurio en mayor medida, elevando su concentración en la atmósfera, suelos, aguas frescas y en el océano.

La minería artesanal de mercurio y en pequeña escala es una actividad impulsada por la pobreza que provee una importante fuente de sustento para comunidades rurales. Estas actividades están acompañadas frecuentemente por una degradación ambiental elevada y por



Foto: <https://www.healtheuropa.eu/wp-content/uploads/2018/11/iStock-10a55.jpg>



“La minería artesanal de mercurio y en pequeña escala es una actividad impulsada por la pobreza que provee una importante fuente de sustento para comunidades rurales”.

unas condiciones socioeconómicas deplorables, que se presentan durante las operaciones y perduran por un largo período después de que las actividades han cesado. En este tipo de minería, los mineros usan el mercurio para crear una amalgama para separar el oro de otros materiales.

Contaminación por metales pesados

En la actualidad, la degradación ambiental generada por actividades humanas es uno de los mayores desafíos que la sociedad está enfrentando. Los metales tóxicos, también denominados metales pesados, constituyen los contaminantes que mayor impacto, tienen en el bienestar humano y del ecosistema, por esta razón han recibido atención global por parte de la comunidad científica, entidades de control y la sociedad en general.

A pesar de la abundante evidencia que vincula a estas sustancias con sus efectos dañinos (Islam *et al.*, 2015; Ahmed *et al.*, 2015; Athar and Ahmad, 2002; Gallego *et al.*, 1996; Graeme and Pollack, 1998) y el gran impacto ambiental que generan debido a que son bioacumulables y no biodegradables, su exposición continúa debido a la falta de implementación de prácticas amigables con el medio ambiente y políticas de prevención concretas (Kim *et al.* 2014; Liu *et al.* 2014; Hahladakis *et al.* 2013; Xu *et al.* 2013).

A pesar del gran interés que han despertado en la actualidad, las actividades humanas

“Los metales tóxicos, también denominados metales pesados, constituyen los contaminantes que mayor impacto, tienen en el bienestar humano y del ecosistema, por esta razón han recibido atención global por parte de la comunidad científica, entidades de control y la sociedad en general”.

pueden generar fácilmente metales tóxicos en sedimentos y aguas contaminando el ecosistema (Sanchez-Chardi *et al.*, 2007). El incremento de la contaminación por metales pesados tiene un efecto negativo significativo en invertebrados, peces y humanos (Yi *et al.*, 2011; Islam *et al.*, 2014; Martin *et al.*, 2015). La contaminación ambiental de los ecosistemas acuáticos está incrementando debido a los efectos de la urbanización e industrialización. (Sekabira *et al.*, 2010; Zhang *et al.*, 2011; Bai *et al.*, 2011; Grigoratos *et al.*, 2014; Martin *et al.*, 2015).

El mercurio es un contaminante persistente en el suelo que afecta funciones particulares de los suelos y que son medidas por los microorganismos como: las actividades enzimáticas, la respiración, los potenciales de nitrificación, la estructura genética de las comunidades microbianas, todo lo anterior en general decrece con la concentración de Hg sin embargo, dicha respuesta también depende del tipo y composición de los suelos (Frey & Rieder, 2013; Lui *et al.*, 2010; Do Valle *et al.*, 2005 Casyssi *et al.*,

2003; Oliveira (De) *et al.*, 2001; Rasmussen & Sørensen, 2001), demostrado una amplia variación en las respuestas de los suelos respecto al material parental y la composición en carbono orgánico, arcilla, pH, entre otros. La textura del suelo es uno de los factores abióticos más importantes en la distribución de la materia orgánica que en últimas tiene un papel decisivo en la retención de metales pesados en los ecosistemas terrestres (Hassan *et al.*, 2013). El mercurio en los suelos se encuentra bajo cinco formas químicas (Gabriel & Williamson, 2004), dichas formas dependen enteramente de las condiciones físico-químicas y de la composición (Naidu *et al.*, 1998), se ha observado (Lacerda *et al.*, 2004; Oliveira (De) *et al.*, 2001) que en suelos tropicales la absorción de mercurio está relacionada con los hidróxidos de hierro más que con la materia orgánica como en los suelos de las zonas templadas. El deterioro de los suelos puede afectar adversamente el aire y el agua superficial y subterránea.

Los compuestos de mercurio son altamente tóxicos para diferentes formas de vida, debido





“Este tipo de situaciones son más críticas en países como el nuestro, en donde a pesar de los esfuerzos realizados por el Gobierno durante los últimos años, todavía se presentan graves problemas de degradación ambiental”.

Foto: <https://www.eea.europa.eu/highlights/mercury-pollution-remains-a-problem/image>

a que el Hg y los compuestos organomercuriales presentan alta afinidad con los grupos tiol de las proteínas. En suelos y aguas superficiales se puede encontrar principalmente como ion mercuríco (Hg^{2+}) y mercurioso (Hg^+). Los microorganismos nativos del suelo transforman el mercurio inorgánico en metilmercurio, que es tóxico y bastante soluble en agua, las bacterias Hg resistentes se consideran bioreductoras de Hg^{2+} a mercurio metálico Hg⁰ volátil. (Steinnes, 2013), los metales pesados pueden inhibir la actividad enzimática por interacción con los complejos enzima sustrato, por denaturación de las proteínas e interacción con los sitios activos.

Los microorganismos y su actividad pueden responder rápidamente a los cambios ambientales, los cambios en las propiedades biológicas del suelo reflejan su calidad, dado que los organismos son más dinámicos y sensibles, que las propiedades químicas y físicas. Las actividades enzimáticas del suelo son principalmente de origen microbiano, pueden proporcionar conocimiento acerca de la actividad microbiana, la productividad y el impacto de contaminantes. Las enzimas del suelo actúan como catalizadores biológicos en diferentes reacciones y procesos metabólicos que descomponen contaminantes orgánicos y producen compuestos esenciales para plantas y los mismos microorganismos, por lo que se les considera indicadores biológicos muy sensibles frente a disturbios naturales y de origen antropogénico (Cerón

“Generalmente, se discute sobre la importancia que tiene el Estado y la comunidad científica en la generación de estrategias que contribuyan a la mitigación de la degradación ambiental, sin embargo, frecuentemente se pasa por alto el rol que tienen las Fuerzas Militares dentro de este contexto que merece una especial atención desde una perspectiva instrumental del mantenimiento de la paz, así como desde el objetivo estratégico de enfrentar a los actores que generan detrimento ambiental y afectan la calidad de vida de los diferentes actores”.

Foto: <https://cms.forbesafrica.com/wp-content/uploads/2019/03/GettyImages-918097724.jpg>



& Melgarejo, 2005, Schloter *et al.*, 2003), para medir el grado de contaminación de los suelos (Sardar *et al.*, 2007), además su determinación incluye técnicas relativamente sencillas y de bajo costo.

Este tipo de situaciones son más críticas en países como el nuestro, en donde a pesar de los esfuerzos realizados por el Gobierno durante los últimos años, todavía se presentan graves problemas de degradación ambiental. El mercurio es uno de los metales tóxicos que más preocupación genera a nivel global y su estudio es de vital importancia en Colombia porque todavía se utiliza profusamente en las minas de oro artesanales. (Güiza *et al.* 2013; Cordy *et al.* 2011).

Generalmente, se discute sobre la importancia que tiene el Estado y la comunidad científica en la generación de estrategias que contribuyan a la mitigación de la degradación ambiental, sin embargo, frecuentemente se pasa por alto el rol que tienen las Fuerzas Militares dentro de este contexto que merece una especial atención desde una perspectiva instrumental del mantenimiento de la paz, así como desde el objetivo estratégico de enfrentar a los actores que generan detrimento ambiental y afectan la calidad de vida de los diferentes actores. Las oportunidades que tienen las Fuerzas Militares de considerarse un actor de transformación positiva merecen una mayor atención, ya que mediante el control de los grupos armados ilegales se garantizan las condiciones para que los otros



Foto: https://media-rd.s3.amazonaws.com/embedded_image/2019/06/shutterstock_448200655.jpg

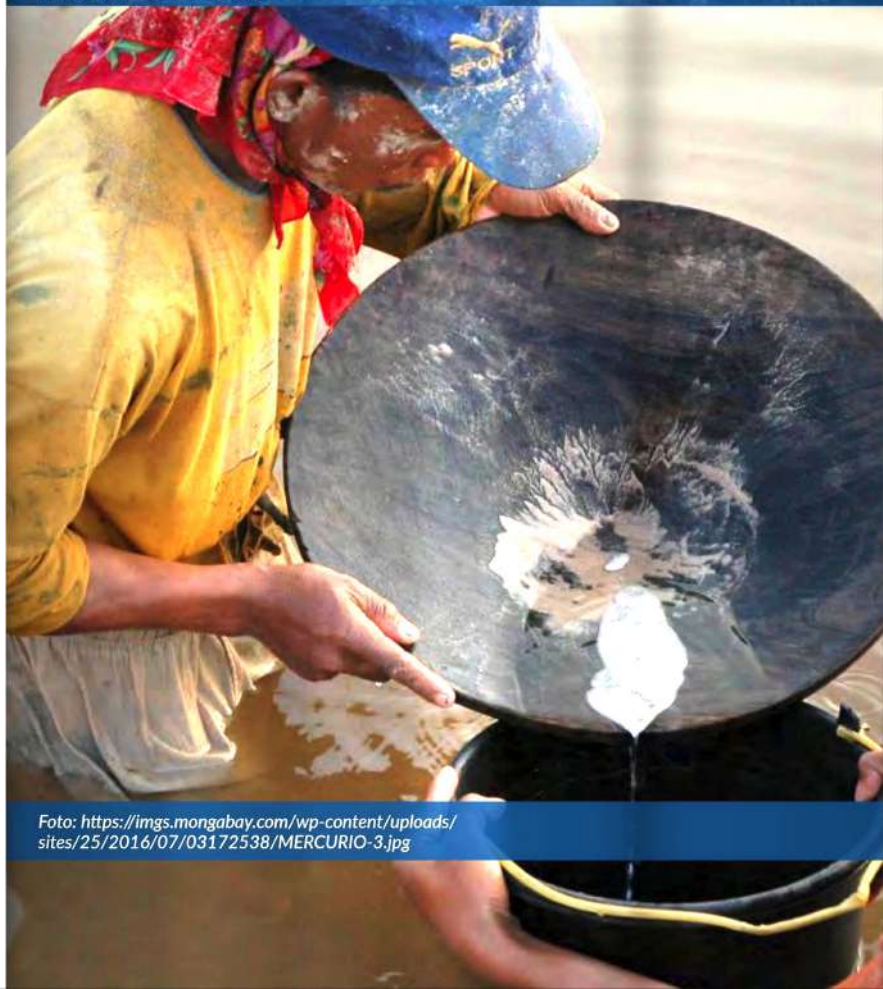


Foto: <https://imgs.mongabay.com/wp-content/uploads/sites/25/2016/07/03172538/MERCURIO-3.jpg>

actores realicen sus labores sin temor a ninguna amenaza a su seguridad. 🕒

REFERENCIAS

- Alhar, R., & Ahmad, M. (2002). Heavy metal toxicity: effect on plant growth and metal uptake by wheat, and on free living *Azotobacter*. *Water, Air, and Soil Pollution*, 138(1), 165-180.
- Bai, P., Canto, C., Brunyánszki, A., Huber, A., Szántó, M., Cen, Y., ... & Auwerx, J. (2011). PARP-2 regulates SIRT1 expression and whole-body energy expenditure. *Cell metabolism*, 13(4), 450-460.
- DO VALLE, Cláudia M., et al. Speciation and quantification of mercury in Oxisol, Ultisol, and Spodosol from Amazon (Manaus, Brazil). *Chemosphere*, 2005, vol. 58, no 6, p. 779-792.
- Frey, B., & Rieder, S. R. (2013). Response of forest soil bacterial communities to mercury chloride application. *Soil Biology and Biochemistry*, 65, 329-337.
- Gallego, E. A. (1996). Tradición jurídica y derecho subjetivo. Librería-Editorial Dykinson.
- Gabriel, M. C., & Williamson, D. G. (2004). Principal biogeochemical factors affecting the speciation and transport of mercury through the terrestrial environment. *Environmental geochemistry and health*, 26(3), 421-434.
- Graeme, K. A., & Pollack Jr, C. V. (1998). Heavy metal toxicity, part I: arsenic and mercury. *The Journal of emergency medicine*, 16(1), 45-56.
- Grigoratos, D., Knowles, J., Ng, Y. L., & Gulabivala, K. (2001). Effect of exposing dentine to sodium hypochlorite and calcium hydroxide on its flexural strength and elastic modulus. *International endodontic journal*, 34(2), 113-119.
- Hahladakis, J., Smaragdaki, E., Vasilaki, G., & Gidarakos, E. (2013). Use of sediment quality guidelines and pollution indicators for the assessment of heavy metal and PAH contamination in Greek surficial sea and lake sediments. *Environmental monitoring and assessment*, 185(3), 2843-2853.
- Islam, S., Ahmed, K., & Masunaga, S. (2015). Potential ecological risk of hazardous elements in different land-use urban soils of Bangladesh. *Science of the total environment*, 512, 94-102.
- Kim, K.H., Choi, G.H., Kang, C.H., Lee, J.H., Kim, J.Y., Youn, Y.H. and Lee, S.R. (2003). The Chemical Composition of Fine and Coarse Particles in Relation with the Asian Dust Events. *Atmos. Environ.* 37: 753- 765.
- Liu, J., Xu, X., Wu, K., Piao, Z., Huang, J., Guo, Y., Li, W., Zhang, Y., Chen, A. and Huo, X. (2011). Association between Lead Exposure from Electronic Waste Recycling and Child Temperament Alterations. *Neurotoxicology*.
- Naidu, R., & Harter, R. D. (1998). Effect of different organic ligands on cadmium sorption by and extractability from soils. *Soil Science Society of America Journal*, 62(3), 644-650.
- Rasmussen, L. D., & Sørensen, S. J. (2001). Effects of mercury contamination on the culturable heterotrophic, functional and genetic diversity of the bacterial community in soil. *FEMS microbiology ecology*, 36(1), 1-9.
- Sánchez-Chardi, A., Ribeiro, C. A. O., & Nadal, J. (2009). Metals in liver and kidneys and the effects of chronic exposure to pyrite mine pollution in the shrew *Crocodyrus russulain* inhabiting the protected wetland of Doñana. *Chemosphere*, 76(3), 387-394.
- Sekabira, K., Origa, H. O., Basamba, T. A., Mutumba, G., & Kakudidi, E. (2010). Assessment of heavy metal pollution in the urban stream sediments and its tributaries. *International journal of environmental science & technology*, 7(3), 435-446.
- Zhang, G., Xie, H., Kang, S., Yi, D., & Ackley, S. F. (2011). Monitoring lake level changes on the Tibetan Plateau using ICESat altimetry data (2003-2009). *Remote Sensing of Environment*, 115(7), 1733-1742.