

The background of the cover is a photograph of a sky at sunset or sunrise, with large, billowing clouds in shades of orange, red, and blue. In the lower left and center, two dark industrial smokestacks are visible, with thick plumes of white and orange smoke rising from them. The smoke from the left stack is particularly large and dense.

RIESGO POR CONTAMINACIÓN DE SUELOS EN LA MOJANA: RETOS PARA LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA

José Fernando López Vargas

Ronaldo López Vargas

RIESGO POR CONTAMINACIÓN DE SUELOS EN LA MOJANA: RETOS PARA LA ADMINISTRACIÓN PÚBLICA

José Fernando López Vargas
Ronaldo López Vargas

Resumen

El presente artículo reflexiona en torno al desarrollo democrático y la participación del ciudadano en el Sistema de Información Financiera en el Sector Público en Colombia - SIFSP, en el contexto de la consolidación democrática del país y la renovación constitucional de 1991. La reflexión se aborda desde el entorno legal, normativo y conceptual, a través de la descripción de los avances logrados, al tiempo que se conoce la hoja de ruta del sistema, que permitirá el cumplimiento de estándares en aspectos de transparencia y mayor participación ciudadana, apoyada en las sugerencias que se formulan y que tiene que ver con actividades pedagógicas y de estímulos para invitar a las comunidades a involucrarse en las decisiones del uso del presupuesto público en el país.

Palabras clave: Administración pública, salud ambiental, metales pesados, riesgo toxicológico, La Mojana, políticas públicas.

Introducción

La región de La Mojana, localizada en la depresión Momposina del territorio colombiano, constituye un ecosistema estratégico de alta relevancia por su biodiversidad y por su contribución sustancial a la seguridad alimentaria

tanto regional como nacional, en virtud de su vocación agrícola y pesquera (PNUD, 2021).

Sin embargo, en las últimas décadas, este territorio ha sido objeto de procesos de degradación ambiental de considerable magnitud, derivados de actividades antrópicas como la minería aurífera, el uso indiscriminado de agroquímicos y la ganadería extensiva (Marrugo-Negrete et al., 2008). Entre los contaminantes identificados con mayor impacto se encuentran los metales pesados, particularmente el plomo (Pb) y el cadmio (Cd), cuya presencia en suelos agrícolas representa una amenaza directa a la salud humana y a la integridad de los ecosistemas (WHO, 2010). La exposición crónica a estos elementos ha sido asociada con afectaciones neurológicas, renales, cardiovasculares y con potenciales efectos cancerígenos (ATSDR, 2012). Estudios académicos han documentado concentraciones de Cd y Pb en suelos y cultivos de La Mojana que, en algunos casos, exceden los valores de referencia establecidos por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA, 2017) y por estándares internacionales (Olivero y Verbel et al., 2011). Pese a la existencia de evidencia científica que advierte sobre los riesgos ambientales y sanitarios, la respuesta institucional ha sido limitada y fragmentaria. La gestión pública en materia ambiental y sanitaria en la región carece de una estrategia integral orientada a la prevención, mitigación y

remediación de los riesgos derivados de la contaminación de suelos (Contraloría General de la República, 2018). Este vacío de gestión incrementa la vulnerabilidad de comunidades campesinas y pescadoras, quienes continúan expuestas a la ingesta y contacto con alimentos y aguas contaminadas, sin que existan políticas públicas claras y eficaces de prevención.

Esta situación impone la necesidad de adelantar una evaluación sistemática de los riesgos a la salud derivados de la exposición a suelos contaminados en La Mojana, así como de analizar el potencial de dichos hallazgos como insumos técnicos para la formulación de políticas públicas, la planeación territorial y la implementación de programas de salud ambiental. Tales funciones corresponden a la administración pública colombiana, conforme a lo dispuesto en la Ley 99 de 1993, que establece el marco general para la gestión ambiental, y en la Ley 715 de 2001, que asigna competencias en materia de salud pública a las entidades territoriales.

Fundamento normativo

a. Constitución Política de Colombia

Artículo 79: Todos los colombianos tienen derecho a gozar de un ambiente sano. Es deber del Estado proteger la diversidad e integridad del ambiente, conservar las áreas de especial importancia ecológica y fomentar la educación para el logro de estos fines.

b. Ley 99 de 1993. Crea el Sistema Nacional Ambiental (SINA) y el Ministerio del Medio Ambiente. Establece principios de prevención, precaución y responsabilidad ambiental.

Artículo 1: Reconoce el ambiente como patrimonio común y establece la obligación del Estado y los particulares de protegerlo.

c. Decreto 1076 de 2015. Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente Establece los procedimientos para la evaluación de impacto ambiental y la gestión de sitios contaminados.

d. Resolución 0316 de 2007 del IDEAM. Define los niveles genéricos de referencia (NGR) para metales pesados en suelos, incluyendo cadmio (Cd) y plomo (Pb), como criterios para determinar contaminación.

e. *Ley 1333 de 2009*. Establece el procedimiento sancionatorio ambiental. Permite imponer sanciones por afectaciones al ambiente, incluyendo la contaminación del suelo.

Marco conceptual

Contaminación por metales pesados

Los metales pesados como el plomo (Pb) y el cadmio (Cd) son elementos químicos que, en concentraciones elevadas, pueden generar efectos tóxicos en organismos vivos. Su persistencia en el ambiente y capacidad de bioacumulación los convierte en una amenaza para la salud humana y los ecosistemas (Pinedo et al., 2015). En regiones como La Mojana, la actividad minera y agrícola ha contribuido a la acumulación de estos contaminantes en el suelo (Marrugo et al., 2008).

Evaluación del riesgo a la salud humana

La evaluación del riesgo es una técnica multidisciplinaria que permite estimar la probabilidad de efectos adversos en la salud humana por exposición a sustancias tóxicas. Este proceso incluye la identificación del peligro, la evaluación de la exposición, la caracterización de la toxicidad y la caracterización del riesgo (USEPA, 1992; Rhim & Anaconda, 2004).

HQ (Hazard Quotient – Cociente de Peligro): Es un índice que mide el riesgo no cancerígeno por exposición a una sustancia tóxica. Se calcula como la relación entre la dosis estimada de exposición (E) y la dosis de referencia segura (RfD) definida por agencias como la EPA.

HQ Niños: cociente de peligro calculado para un niño (considera peso corporal bajo y mayor vulnerabilidad).

HQ Adultos: cociente de peligro calculado para un adulto (peso mayor, menor vulnerabilidad).

HI (Hazard Index-Índice de Peligro): Es la suma de los HQ de varias vías de exposición (ejemplo: ingestión + contacto dérmico + inhalación) o de varios contaminantes.

HI Niños: riesgo combinado de exposición en niños.

HI Adultos: riesgo combinado de exposición en adultos.

Valor de referencia EPA (mg/kg): Son los límites máximos de concentración en suelos recomendados por la United States Environmental Protection Agency (EPA). Se expresan en mg de metal por kg de suelo seco (mg/kg). Se usan como criterio para comparar si una concentración hallada en un suelo representa o no un riesgo.

Vulnerabilidad socioambiental

Las comunidades de La Mojana presentan condiciones de vulnerabilidad social como baja calidad de vida, escaso acceso a servicios básicos y abandono institucional. Estas condiciones agravan los efectos de la exposición ambiental y dificultan la implementación de medidas correctivas (Rodríguez et al., 2007).

Metodología

El presente estudio se desarrolló bajo un enfoque de investigación aplicada, de carácter descriptivo-analítico, sustentado en el tratamiento riguroso de datos secundarios y en la aplicación de metodologías internacionalmente reconocidas para la evaluación del riesgo en salud humana. Su propósito trasciende la mera identificación del riesgo ambiental, orientándose a la generación de insumos técnicos que sirvan de fundamento para la toma de decisiones en el ámbito de la gestión pública, tanto a nivel local como regional y nacional.

Fuentes de información: Se emplearon como fuentes primarias los resultados de tesis de maestría y artículos científicos que realizaron muestreos de suelos en la región de La Mojana, en los cuales se reportaron concentraciones de plomo (Pb) y cadmio (Cd). La selección de dichas fuentes obedeció a criterios de: (i) disponibilidad de datos sobre metales pesados en suelos de uso agrícola; (ii) validez científica y metodológica de los estudios; y (iii) pertinencia geográfica respecto de los municipios que integran la región objeto de análisis.

Procesamiento de la información: Con base en los datos recopilados, se procedió al cálculo de los índices de riesgo no cancerígeno cociente de peligro (HQ) e índice de peligro (HI) y del riesgo cancerígeno (CR), conforme a los lineamientos establecidos por la Agencia de Protección Ambiental de los

Estados Unidos (EPA, 2017). Dichos cálculos se aplicaron a escenarios de exposición diferenciados para población adulta e infantil, considerando las principales vías de exposición, a saber: ingestión y contacto dérmico.

Así las cosas, la metodología adoptada permite no solo caracterizar el nivel de riesgo sanitario asociado a la contaminación por metales pesados, sino también aportar elementos técnicos que orienten la formulación de políticas públicas en el marco de las competencias asignadas a las autoridades ambientales y sanitarias por la Ley 99 de 1993 y la Ley 715 de 2001.

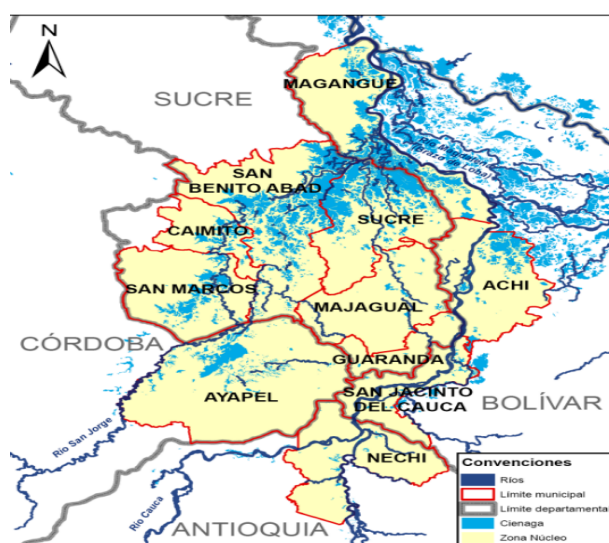
Enfoque hacia la administración pública

El análisis de la información obtenida no se limitó a una interpretación desde la perspectiva ambiental, sino que fue abordado con un enfoque integral orientado a la gestión pública, en atención a los siguientes ejes:

- i. Competencias institucionales: Se examinó la información a la luz de las competencias asignadas a las entidades territoriales alcaldías, gobernaciones y corporaciones autónomas regionales en materia de salud ambiental y ordenamiento del suelo, conforme a lo dispuesto en los artículos 30 y 31 de la Ley 99 de 1993, así como en los artículos 44 y 45 de la Ley 715 de 2001. Estas disposiciones establecen la responsabilidad de dichas entidades en la formulación e implementación de políticas ambientales y sanitarias, así como en la vigilancia de los factores de riesgo que afectan la salud colectiva.
- ii. Diseño de políticas públicas: Los hallazgos del estudio se analizaron como insumos técnicos para el diseño de políticas públicas orientadas a la prevención, mitigación y atención del riesgo derivado de la contaminación de suelos por metales pesados. En este sentido, se destaca la necesidad de adoptar enfoques intersectoriales que articulen salud, ambiente, agricultura y desarrollo territorial.
- iii. Planeación territorial y salud pública: Los resultados permiten orientar la formulación de programas de vigilancia epidemiológica, estrategias de comunicación del riesgo y acciones de remediación ambiental, en concordancia con los principios de precaución, prevención y sostenibilidad ambiental consagrados en el artículo 1º de la Ley 99 de 1993 y en el artículo 49 de la Constitución Política, que reconoce la salud como un derecho fundamental y una obligación del Estado.

El estudio no solo permitió estimar la magnitud del riesgo a la salud humana en la región de La Mojana *Gráfica 1*, sino que tradujo dichos hallazgos en recomendaciones prácticas para la administración pública, fortaleciendo la articulación entre la evidencia científica y la toma de decisiones gubernamentales. De esta manera, se contribuye al cumplimiento del deber estatal de garantizar un ambiente sano y proteger la vida y la salud de las comunidades más vulnerables.

Gráfica 1. Mapa de la Subregión de la Mojana



Fuente: fondo de adaptación <https://tinyurl.com/227y4ou3>

Resultados

En la Tabla 1 se presentan los valores promedio de concentración de plomo (Pb) y cadmio (Cd) en suelos agrícolas de algunos municipios de la región de La Mojana, con base en estudios previos. Estos valores fueron comparados con los niveles de referencia establecidos por la Agencia de Protección Ambiental de los Estados Unidos (EPA, 2017) y la Organización Mundial de la Salud (WHO, 2010).

Tabla 1. Concentraciones promedio de Pb y Cd en suelos de la Mojana y cálculo de índices de riesgo.

Municipio	Pb (mg/kg)	Cd (mg/kg)	Valor de referencia PA (mg/kg)	Q Niños	Q Adultos	I Niños	I Adultos
San Marcos	20	3	Pb: 50 / Cd: 4	4	2	1	8

Revista Polémica

ISSN 0120-5129 • e-ISSN: 2500-5081

N° 29 • enero-junio de 2025

Escuela Superior de Administración Pública

			4				
Lajagual	0	8	b: 50 / Cd	6	.9	2	4
			4				
uaranda	5	5	b: 50 / Cd	3	.8	9	3
			4				

Fuente: Elaboración propia a partir de datos secundarios (Marrugo-Negrete et al., 2008; Olivero-Verbel et al., 2011; EPA, 2017).

Superación de límites: Los valores de Pb y Cd en varios municipios superan los niveles de referencia internacionales (EPA, WHO), lo cual indica contaminación significativa del suelo agrícola.

Riesgo no cancerígeno (HQ y HI): En niños, los valores de HQ > 1 y HI > 1 revelan riesgos no cancerígenos por exposición crónica.

En adultos, aunque los valores son menores, también superan en algunos casos el umbral de seguridad.

Riesgo cancerígeno (CR): En todos los escenarios, los valores de CR se encuentran por encima del umbral aceptable (1E-06), lo que indica la posibilidad de efectos cancerígenos a largo plazo.

Implicaciones para la Administración Pública

Los resultados obtenidos en la evaluación del riesgo por presencia de metales pesados en los suelos de la región de La Mojana trascienden el ámbito puramente ambiental y científico, constituyéndose en un desafío directo para la administración pública en sus distintos niveles de competencia. La evidencia de concentraciones de plomo (Pb) y cadmio (Cd) que superan los límites internacionales de referencia impone a las entidades estatales la obligación de adoptar medidas eficaces para la protección de la salud de las comunidades, en el marco de los principios constitucionales de prevención y precaución consagrados en el artículo 79 de la Constitución Política de Colombia.

Salud pública y vigilancia epidemiológica

La exposición crónica a metales como el Pb y el Cd ha sido asociada con afectaciones neurológicas, renales y con riesgos de carácter cancerígeno (WHO,

2010; ATSDR, 2012). En consecuencia, los municipios que conforman la región de La Mojana, en articulación con las Secretarías de Salud departamentales y el Ministerio de Salud y Protección Social, deben implementar programas de vigilancia epidemiológica, campañas de educación comunitaria y estrategias de intervención sanitaria, priorizando a los grupos poblacionales más vulnerables, como niños y mujeres gestantes. La Ley 715 de 2001, en su artículo 44, asigna a las entidades territoriales la competencia para organizar la prestación de servicios de salud pública, lo cual constituye el fundamento legal para la adopción de dichas medidas.

Ordenamiento territorial y gestión del suelo

Los hallazgos del estudio demandan una revisión técnica de los Planes de Ordenamiento Territorial (POT) de los municipios involucrados. La Ley 388 de 1997 establece que el uso del suelo debe regirse por criterios de sostenibilidad, lo cual implica que aquellos terrenos que presenten concentraciones de metales pesados superiores a los límites seguros no deben ser destinados a cultivos de consumo humano. La omisión de esta regulación podría perpetuar riesgos graves para la seguridad alimentaria regional y nacional, vulnerando el derecho fundamental a la salud y al ambiente sano.

Política ambiental y responsabilidad institucional

En el ámbito ambiental, la Ley 99 de 1993 asigna a las corporaciones autónomas regionales y al Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible la responsabilidad de prevenir y controlar la degradación de los recursos naturales. Por tanto, los resultados del presente estudio deben ser considerados como base técnica para la formulación de planes de descontaminación de suelos, así como para el control de fuentes de contaminación, entre ellas las actividades mineras y agrícolas intensivas que emplean agroquímicos con potencial tóxico.

Gobernanza multinivel e interinstitucionalidad

El abordaje del problema de contaminación de suelos en La Mojana exige un modelo de gobernanza multinivel, en el cual participen de manera coordinada la Nación, los departamentos y los municipios. El Programa de las Naciones

Unidas para el Desarrollo (PNUD, 2021) ha señalado que los procesos de adaptación y gestión ambiental en esta región requieren la articulación de políticas sectoriales —agricultura, salud, ambiente— para generar respuestas efectivas. La ausencia de coordinación institucional incrementa la vulnerabilidad de las comunidades y limita la capacidad del Estado para garantizar derechos fundamentales como la salud y el ambiente sano.

Conclusiones

La evidencia revisada confirma que los suelos de la región de la Mojana presentan concentraciones de plomo (Pb) y cadmio (Cd) que en algunos casos superan los valores de referencia internacionalmente aceptados (EPA, 2017; WHO, 2010). Este hallazgo implica la existencia de riesgos significativos para la salud humana, especialmente en comunidades rurales cuya principal fuente de subsistencia proviene de la agricultura y el consumo de alimentos locales.

Desde el punto de vista de la administración pública, esta problemática se traduce en un desafío que exige respuestas integrales en materia de salud pública, planeación territorial y política ambiental. En primer lugar, los resultados justifican la implementación de programas de vigilancia epidemiológica y educación comunitaria en municipios de la Mojana, en cumplimiento de las competencias asignadas por la Ley 715 de 2001. En segundo lugar, se hace necesario incorporar criterios de riesgo ambiental en los Planes de Ordenamiento Territorial (POT), conforme a lo establecido por la Ley 388 de 1997, para evitar el uso agrícola de suelos contaminados.

Asimismo, corresponde a las corporaciones autónomas regionales y al Ministerio de Ambiente, de acuerdo con la Ley 99 de 1993, adelantar acciones de control, monitoreo y descontaminación de suelos, priorizando las zonas de mayor exposición. Finalmente, se destaca la importancia de fortalecer la gobernanza multinivel, articulando esfuerzos entre Nación, departamentos, municipios y organismos internacionales, dado que la magnitud del problema supera las capacidades locales (PNUD, 2021).

El riesgo por contaminación de suelos en la Mojana no es únicamente un tema ambiental, sino un asunto de salud pública y de política estatal, cuyo abordaje requiere integrar la evidencia científica en la toma de decisiones, garantizando el derecho de las comunidades a un ambiente sano y a condiciones de vida dignas (Constitución Política de Colombia, 1991).

Referencias

- Agencia para Sustancias Tóxicas y el Registro de Enfermedades [ATSDR]. (2012). Toxicological profile for cadmium. U.S. Department of Health and Human Services. <https://www.atsdr.cdc.gov/toxprofiles/tp5.pdf>
- Calao, C. R., Marrugo, J. L., Pinedo, C. A., & Díez, S. (2015). Efectos genotóxicos asociados a metales pesados en una población humana de la región de La Mojana, Colombia, 2013. *Biomédica*, 35(Supl. 2), 170–178. <https://doi.org/10.7705/biomedica.v35io.2392>
- Constitución Política de Colombia. (1991). Gaceta Constitucional No. 116.
- Contraloría General de la República. (2018). Informe sobre el estado de los recursos naturales y del ambiente en Colombia. Bogotá: CGR.
- Environmental Protection Agency [EPA]. (2017). Regional screening levels (RSLs) – User’s guide. United States Environmental Protection Agency. <https://www.epa.gov/risk/regional-screening-levels-rsls>
- Ley 99 de 1993. (22 de diciembre). Por la cual se crea el Ministerio del Medio Ambiente, se reordena el sector público encargado de la gestión y conservación del medio ambiente y los recursos naturales renovables, se organiza el Sistema Nacional Ambiental (SINA). Diario Oficial No. 41.146.
- Ley 388 de 1997. (18 de julio). Por la cual se modifica la Ley 9ª de 1989 y la Ley 2ª de 1991 y se dictan otras disposiciones sobre ordenamiento territorial. Diario Oficial No. 43.091.
- Ley 715 de 2001. (21 de diciembre). Por la cual se dictan normas orgánicas en materia de recursos y competencias. Diario Oficial No. 44.654.
- Marrugo, J. L., Verbel, J. O., Ceballos, L., & Benítez, L. (2008). Total mercury and methylmercury concentrations in fish from the Mojana region of Colombia. *PubMed*, 21–30.
- Marrugo-Negrete, J., Benítez, L., & Olivero-Verbel, J. (2008). Heavy metal in fish from the Colombian Caribbean Sea: The role of fishing location and fish species. *Environmental Research*, 107(2), 246–252. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2008.01.012>
- Olivero-Verbel, J., Caballero-Gallardo, K., & Marrugo-Negrete, J. (2011). Relationship between localization of gold mining areas and hair mercury levels in people from Bolivar, north of Colombia. *Biological Trace Element Research*, 144(1–3), 118–132. <https://doi.org/10.1007/s12011-011-9048-0>
- Pinedo, J., et al. (2015). Evaluación de metales pesados en suelos contaminados. *Revista Colombiana de Ciencias Ambientales*.
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo [PNUD]. (2021). Suelos de La Mojana: economía campesina y cambio climático. Bogotá: PNUD.
- Rhim, A., & Anaconda, C. (2004). Riesgos asociados a sitios contaminados. Informe Final. Intec–SaG, Santiago de Chile.
- Rodríguez, J., Ruiz, F., Peñaloza, E., Gómez, L., Sánchez, H., Arenas, R., & Botiva, Y. (2007). Encuesta nacional de salud departamento de Sucre. Bogotá, Colombia.
- United States Environmental Protection Agency [USEPA]. (1992). Guidance for data useability in risk assessment (Part A). Office of Emergency and Remedial Response.
- World Health Organization [WHO]. (2010). Exposure to cadmium: a major public health concern. WHO Press.

Sobre los autores



José Fernando López Vargas

Ingeniero ambiental, maestrante en administración pública con más de 7 años de sostenibilidad en sectores industriales y de servicios. Experto en el diseño, implementación y fortalecimiento de sistemas de gestión y adaptación al cambio climático con sólido conocimiento en sistemas integrados (ISO 14001, ISO 45001, ISO 9001), con sólidos experiencia en auditoria 14.001, 19011, ISO IEC 17025 y 9001.

Correo electrónico:
josef.lopezv@esap.edu.co

LinkedIn: www.linkedin.com/in/jose-fernandolopez-vargas-30824528

ORCID: M <https://orcid.org/0009-0004-6641-0157>

Ronaldo López Vargas



Ingeniero agrónomo egresado de la Universidad de Córdoba, con más de 2 de años de experiencia como profesional agroambiental en compra directa de predios en la dirección de asuntos étnicos con la Agencia Nacional de Tierras (ANT). Actualmente desempeño el cargo de técnico social en la Federación Nacional de Cacaoteros de Colombia en el municipio de Antioquia.

Correo electrónico:
ronaldolopezvargas87@gmail.com

LinkedIn: <https://www.linkedin.com/in/ronaldo-lopez-vargas-69a874345/>

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-5566-7367>