

SEMILLAS AMBIENTALES



EDICIÓN ESPECIAL

VOLUMEN 20, SUPLEMENTO, 2026
MEMORIAS XIV ENCUENTRO DE GRUPOS Y
SEMILLEROS DE INVESTIGACIÓN
FOTOGRAFÍA: IVÁN MATEO MUNERA SAAVEDRA

ISSN: 2463-0691 (EN LÍNEA)



Unidad de Investigación
Facultad del Medio Ambiente y
Recursos Naturales



UNIVERSIDAD DISTRITAL
FRANCISCO JOSÉ DE CALDAS

BO-
CO-


Facultad del
Medio Ambiente y
Recursos Naturales

GOTÁ -

SEMILLAS AMBIENTALES

Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Publicación de la Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales

Unidad de Investigaciones de la Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales

Boletín Semillas Ambientales Volumen 20 No. 1 Edición Especial Bogotá D.C. Febrero—Junio de 2026

ISSN: 2463-0691 (En línea)

Página web del Boletín Semillas Ambientales: <https://revistas.udistrital.edu.co/ojs/index.php/bsa/index>

Director - Editor del Boletín Semillas Ambientales

Álvaro Martín Gutiérrez Malaxechebarría

Rector

José Andelfo Lizcano Caro

Comité Editorial

Álvaro Martín Gutiérrez Malaxechebarría

Gabriel Ernesto Escobar

Juan Carlos Alarcón Hincapié

Luz Fabiola Cárdenas Torres

Jairo Miguel Martínez Abello

René López Camacho

José Miguel Cepeda Rendón

Wilmar Darío Fernández Gómez

Maribel Pinilla Rivera

Jhon Edisson Alvarado Torres

Edgar Andrés Avella Muñoz

Juan Pablo Rodríguez Miranda

Vicerrectora académica

Wilman Enrique Navarro Mejía

**Decano Facultad del Medio Ambiente
y Recursos Naturales**

Hayder Osvaldo Bautista Herrera

**Director de la Unidad de Investigaciones de la
Facultad del Medio Ambiente y Recursos
Naturales**

Álvaro Martín Gutiérrez Malaxechebarría

Jefe Oficina De Investigaciones - ODI

Lilia Edith Aparicio Pico

Asistente Comité Editorial y Digitalización

Gabriel Orlando Rodríguez Silva

Coordinación Editorial

Álvaro Martín Gutiérrez Malaxechebarría

Grupo de Revisores del Presente Número

Mawin Javier Martínez Jiménez

Maribel Pinilla Rivera

Luz Fabiola Cárdenas Torres

Álvaro Martín Gutiérrez Malaxechebarría

Jair Preciado Beltrán

Jhon Edisson Alvarado Torres

Juan Pablo Rodríguez Miranda

René López Camacho

Yolanda Teresa Hernández Peña

Gestora Unidad de Investigación

Karen Melisa Naranjo Rodríguez

Secretaria Unidad de Investigación

Sandra Patricia Castro Novoa

Fotografía de Portada

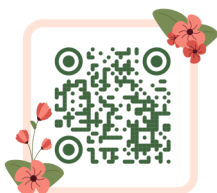
Iván Mateo Munera Saavedra

Correo: immuneras@udistrital.edu.co

Nombre fotografía: Alma de Mangle

Lugar: Manglar de Punta Soldado, costa pacífica de Buenaventura

Fecha: 10 de febrero de 2026



Universidad Distrital Francisco José de Caldas, Sede Vivero - Carrera 5 Este N° 15 - 82, Bogotá D.C. Colombia.
Boletín Semillas Ambientales. Email: facmedioamb-uinv@udistrital.edu.co

TABLA DE CONTENIDO

NOTA EDITORIAL..... 8

ENERGÍAS RENOVABLES Y SOSTENIBILIDAD

- Modelo Conceptual De Sustentabilidad Para Las Baterías De Vehículos Híbridos En Bogotá - Colombia: Perspectivas A 2050 – Un Estado Del Arte 9
- Modelo De Simulación Para Una Planta De Desalinización Con Integración De Energías Renovables Y Biodigestores En Manaure. 18
- Conflictividad Socioambiental Y Ordenamiento Territorial Urbano: Estudio De Caso, Cuenca Hidrográfica Del Río Fucha Bogotá 2000-2025 20
- Modelación Espacial Asociada A La Cobertura Arbórea En Tres Barrios De La Localidad De Suba, Bogotá (2022–2025)..... 25

CALIDAD DEL AGUA Y ECOSISTEMAS ACUÁTICOS

- Estudio Del Factor Generador De Mortalidad De Peces En Lago Timiza Por Medio De La Caracterización Del Agua 30
- Correlaciones Físicoquímicas Del Agua Con Imágenes Específicas Preliminares. 33
- Análisis De Alternativas Sostenibles Para El Agua Potable En Quibdó A Partir De Información Secundaria 37

CAMBIO CLIMÁTICO Y AGRICULTURA

- Tecnologías Aplicadas A La Evaluación Técnica Y Financiera Del Cultivo De Sagú (Manta, Cundinamarca) 39

- Mecanismos Financieros Para La Adaptación Al Cambio Climático Y Su Efectividad En La Agricultura Colombiana 43
- Diseño E Innovación De Estrategias De Adaptación Al Cambio Climático En Infraestructura Vial Colombiana 48
- Diagnóstico Ambiental Sobre El Uso De Agroquímicos En El Cultivo De Frijol Cargamanto Rojo En Tunjos Alto..... 53

INNOVACIÓN EMPRESARIAL Y ECONOMÍA CIRCULAR

- Aprovechamiento Del Fique Para Control De Material Particulado En Una Empresa De Alimentos En Bogotá, D.C..... 57

INNOVACIÓN TECNOLÓGICA Y MATERIALES SOSTENIBLES

- Construcción Sostenible En Madera: Aplicación Del Cross Laminated Timber -CLT- En El Desarrollo Rural Del Departamento Del Guaviare 63
- Degradación De La Cáscara De Cacao Por Medio De *Pleurotus Ostreatus* 71
- Entre Grafeno Y Nanotubos: Sensores Ambientales De Nueva Generación Para La Detección De Metales Pesados 77
- Efecto Larvicida Del Extracto De *Persea Americana* Sobre Larvas Del Mosquito *Aedes Aegypti*..... 5
- Diseño Y Evaluación De Un Planta De Tratamiento Casera Para El Abastecimiento De Agua Potable A Nivel Rural En Garagoa (Boyacá)..... 83

- Pavimento Permeable Como Estrategia Para Las Posibles Zonas Afectadas Por Inundación En El Viaducto Del Metro De Bogotá 85
- Diseño De Sistema Para Reutilización De Agua De Despresurización Minera Del Cerrejón En Comunidad Wayuú 88
- Análisis De Factibilidad De Producción Y Comercialización De Mobiliario Infantil, Mopik 92

CAMBIO CLIMATICO, ADAPTACIÓN Y JUSTICIA AMBIENTAL

- Marco De Medición Para La Resiliencia Comunitaria Ante Desastres: Una Herramienta Para La Gobernanza Participativa En Gestión De Riesgos En Colombia..... 96

DEPORTE Y CULTURA

- El Paso Hacia La Prevención: Una Mirada Gerencial A La Tecnología Deportiva103
- Estadio En Movimiento: Modelado Del Flujo De Personas Con Inteligencia Artificial Para La Gestión Deportiva 104
- Entropía Económica Y Respuesta Térmica Del Sector Deportivo En Bogotá 106

CULTURA Y ARTE AMBIENTAL

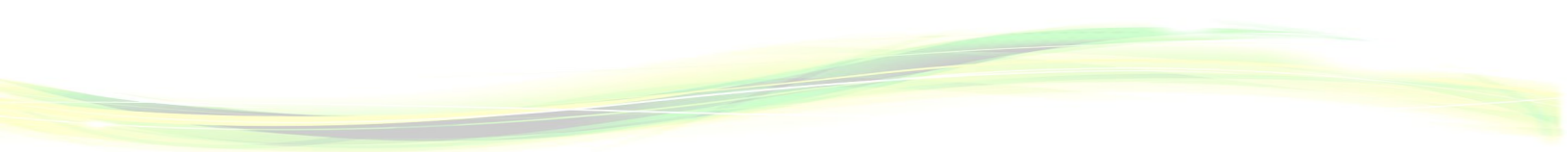

- El Arte Como Medio De Resistencia Socioambiental 112

GESTIÓN AMBIENTAL Y BIODIVERSIDAD

- Herramienta Clasificadora De Playas Idóneas Para La Anidación De Tortuga Boba Y Contaminación Lumínica 117

RESUMEN POSTER

- Alternativa De Monitoreo Local En Microcuenca Del Río Pagüey, Cuenca Baja Del Río Sumapaz 120
- Análisis De La Problemática De Formación De Espuma En La PTAR Puerta Grande De Mosquera Y Evaluación Del Proceso De Electrocoagulación Como Alternativa De Tratamiento 124
- Caracterización Del Comportamiento Climático Y Los Componentes Socioambientales Del Municipio De Fusagasugá (Cundinamarca) Con Base En Registros Históricos De Precipitación Y Temperatura 127
- Problemática Ambiental De La Cuenca Del Río Sumapaz En El Municipio De Soacha - Cundinamarca 130
- Sistema De Riego Por Goteo Para Optimizar La Gestión Hídrica En La Vereda Santa Elena - Granada..... 132
- Inundaciones Subitas En El Municipio De Cabrera (Cundinamarca) Por Desbordamientos Del Río Sumapaz, Diagnóstico Hidrológico 134
- Deterioro De Fuentes Hídricas En La Vereda Agua Bonita, Municipio De Silvania A Causa De La Actividad Minera..... 138
- Diagnóstico Hidrológico E Hidrográfico De La Zona Alta De La Cuenca Del Río Sumapaz En La Localidad De Sumapaz, Bogotá En El Año 2025..... 141
- Sistema De Bombeo Con Ariete Hidráulico Para Acueducto Rural En Anapoima, Cundinamarca 144

- 
- Análisis Georreferenciado Y Climático De La Subcuenca Del Río Tunjuelo 148
 - Estudio De La Actividad Antimicrobiana A Partir De Extractos De *Persea americana* En Bacterias De Importancia Sanitaria 151
 - Análisis Teórico Del Sistema Hidráulico De Un Fotobiorreactor Con *Chlorella Sp.* Para El Río Súnuba 155
 - Erosión Del Suelo Y Alteración De Los Nacimientos De Agua En La Cuenca Del Río Sumapaz En Pasca, Cundinamarca 158
 - Diagnóstico De La Producción De Sedimentos En La Subcuenca Del Río Pagüey Y Su Incidencia En La Calidad Hídrica 163
 - Evaluación De La Radiactividad Natural Asociada A La Minería Aurífera En El Resguardo Indígena Remanso-Chorro Bocón, Guainía 165
- 

NOTA EDITORIAL

Nos alegra presentar esta Edición Especial del Boletín Semillas Ambientales. Esta edición recoge varios de los trabajos presentados en el XIV Encuentro de Grupos y Semilleros de Investigación de la Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales de nuestra Universidad Distrital Francisco José de Caldas, que se realizó en octubre de 2025

Los artículos de este volumen nos invitan a reflexionar sobre la sostenibilidad desde la innovación y la justicia climática. En sus páginas encontrarán propuestas clave para la transición energética, como la gestión post-consumo de baterías de vehículos híbridos en Bogotá hacia el 2050 o alternativas de desalinización en la Guajira. Asimismo, se examinan algunos de los desafíos agropecuario frente al cambio climático y se presentan soluciones tecnológicas basadas en la bioeconomía, que van desde el uso de madera sostenible en el Guaviare hasta el desarrollo de sensores avanzados con grafeno.

El agua y los conflictos territoriales también ocupan un lugar central en esta edición. A través de análisis detallados en cuencas urbanas y regionales como el río Fucha, el Lago Timiza o las problemáticas hídricas en Quibdó, los autores visibilizan cómo los recursos naturales suelen estar en el centro de tensiones sociales. Complementando esta mirada, incluimos una enriquecedora sección de resúmenes tipo póster que documenta ejercicios de monitoreo y diagnóstico ambiental comunitario en regiones como Cundinamarca, Tolima y el Guainía, abordando temas tan sensibles como los impactos de la minería local.

Esperamos que este recorrido por la diversidad biológica, tecnológica y cultural de nuestro territorio no solo sirva como fuente de consulta académica, sino que inspire nuevas preguntas y soluciones colectivas. Los invitamos a disfrutar, debatir y apropiarse de los contenidos de este nuevo número.

ALVARO-MARTÍN GUTIÉRREZ-MALAXECHEBARRÍA

Editor Boletín Semillas Ambientales (ISSN 2463-0691)

Coordinador Unidad de Investigaciones

Facultad del Medio Ambiente y Recursos Naturales

Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

MODELO CONCEPTUAL DE SUSTENTABILIDAD PARA LAS BATERÍAS DE VEHÍCULOS HÍBRIDOS EN BOGOTÁ - COLOMBIA: PERSPECTIVAS A 2050 – UN ESTADO DEL ARTE

Autora: Rodrigo Rey-Galindo ¹ – rreyg@udistrital.edu.co

Docente director: Juan Carlos Alarcón

Semillero de Investigación INNBIO

RESUMEN PONENCIA

La movilidad sustentable es una estrategia importante en el marco de la mitigación del cambio climático (Hergart, 2022), lo que representa menor consumo de combustibles y generación de emisiones de CO₂ (Castillo et al., 2024). Estos vehículos presentan diferentes denominaciones, como eléctricos o híbridos. El uso de vehículos híbridos en los últimos años ha crecido rápidamente en Colombia (ANDI & FENALCO, 2025) y en la ciudad de Bogotá (SDM, 2025). Este tipo de vehículos utilizan un pack de baterías de Ion Litio (Li-ion) o de Níquel-Hidruro metálico (Ni-MH) (Ogura & Kolhe, 2017; Wu et al., 2025; Zagorodny, 2023), que dependen de la marca del vehículo. En el futuro se van a

generar grandes volúmenes de baterías usadas que se convertirán en residuos peligrosos (Decreto 1076 de 2015). La velocidad en la evolución tecnológica de los vehículos híbridos es demasiado rápida, por ello, en países como Colombia, no existen modelos de gestión o normas específicas, además del desconocimiento de los impactos relacionados con estas baterías (Zagorodny, 2023).

Asimismo, como objetivo general de la investigación se plantea el reconocer los avances en el estado del arte sobre el manejo de baterías de vehículos híbridos en Bogotá y tres objetivos específicos, Identificar la tendencia sobre los vehículos híbridos en diferentes contextos territoriales. Conocer las baterías utilizadas en los vehículos

¹ Doctorado en Ambiente e Ingeniería Sustentable, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

híbridos Describir la estructura actual normativa y modos de manejo ambiental de las baterías de los vehículos híbridos. La metodología se fundamenta en Hernández-Sampieri y Mendoza-Torres (2018), con una estructura mixta, cuantitativa y cualitativa. Además, se plantea desde el paradigma interpretativo (Vasilachis de Gialdino, 2006) y la hermenéutica general (Grondin, 2014). Desde el 2010 ha aumentado la comercialización de Vehículos Eléctricos e Híbridos (VEH) en el mundo, para el 2024 existían aproximadamente 40 millones, China 45%, Unión Europea 25% y Estados Unidos 11% (IEA, 2024). En el país, desde el 2014 a mayo del 2025, ingresaron 145.831 VEH (ANDI & FENALCO, 2025), el 84,6% vehículos híbridos (VH) y el 15,4% eléctricos.

En Bogotá los vehículos registrados a junio de 2025 fueron 74.523, el 81.32% son híbridos y 18.68% eléctricos, y desde el año 2020 se muestra una tendencia muy rápida en VH (SDM, 2025). El interés por el consumo de los VEH se da por la disminución de emisiones de

CO₂ (Bieker, 2021; Castillo et al., 2024; Hergart, 2022; Koroma et al., 2022) lo que está conectado con el cambio climático (Houghton, 2015; IPCC, 2024; Losada et al., 2020). El aporte mundial en toneladas de CO₂ del sector transporte fue de 23.38% (IEA, 2023a), en la Unión Europea al 71,7% (European Parliament, 2025), en Estados Unidos 39% (EIA, 2025) y en Colombia el 28% (IEA, 2023b). El uso de estos vehículos permite avanzar en el cumplimiento de los compromisos internacionales de París 2015, las metas de Contribución Determinada a nivel Nacional (NDC) y la Ley 2169 de 2022, que plantea tener 600,000 vehículos eléctricos para el 2030 en Colombia (MinAmbiente et al., 2020), y el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ONU, 2025; SDG Index & Dashboards, 2025). De acuerdo con Castillo y otros (2024), las emisiones de CO₂ de un vehículo a gasolina corresponde a 122 g/km, un vehículo híbrido enchufable son 55 g/km, y uno híbrido presenta 100 g/km. El eléctrico no genera emisiones en su fase de

uso. Es así que Manzetti y Mariasiu (2015) determinan que las emisiones por el uso de un vehículo eléctrico se reducen hasta un 87% y en híbridos un 27 %.

Dado el rápido avance tecnológico de los productores de estos vehículos, se presenta un atraso en el abordaje de las baterías fuera de uso en el marco normativo y técnico para su manejo (González, 2021). El manejo ambiental actual presenta tres posibilidades: la Remanufacturación, la Reutilización (Segunda vida), y el Reciclaje (Liu et al., 2022; Schulz-Mönninghoff et al., 2021). Según el diseño, pueden ser reparadas o restauradas (refurbishing) (Koroma et al., 2022). En relación a las baterías que actualmente se encuentran fuera de uso en el país y en Bogotá, la información es insuficiente, en parte, a que es un mercado emergente, dada la vida útil de las baterías (de 8 a 10 años), y se calcula a partir de ciclos de carga/descarga (Hao et al., 2022; Marques et al., 2019) Sin embargo, se prevé un aumento para el 2030 del 25% en el uso de baterías de litio con un crecimiento de

14 veces en el mundo (de Miguel et al., 2023). En Colombia, las baterías hacen parte de los residuos peligrosos (Decreto 1076 de 2015), pero se encuentran catalogadas como Residuos de Aparatos Eléctricos y Electrónicos (RAEE) (Ley 1672 de 2013 y Decreto 284 de 2018). La Resolución 851 de 2022 las clasifica en la subcategoría de “Pilas y Acumuladores” establece que su manejo se realiza mediante Sistemas de Recolección Selectiva y señala una alta generación de RAEE, una baja tasa de recolección, y una gestión ambiental inadecuada.

En el manejo de las baterías utilizadas por los VH se presentan tres requerimientos esenciales que condicionan a las industrias involucradas, estos son “la responsabilidad extendida del productor (REP), la gestión de residuos peligrosos y el reciclaje al final de su vida útil” (CAS & Deloitte, 2024, p. 3). Además, se busca la integración con la economía circular (Qu, 2022). Actualmente en el país son dos las organizaciones que se

encargan del reciclaje mecánico a pequeña escala, y otras dos empresas que trabajan con iniciativas de segunda vida (López-Hernández et al., 2024; Zagorodny, 2023). Sin embargo, todavía hay una brecha muy grande para la recuperación o tratamiento seguro de las baterías que terminan su vida útil.

Como resultados esperados, a partir del Estado del Arte, se formulará y diseñará el Modelo Conceptual de Sustentabilidad para las baterías de los VH en Bogotá, relacionados con la identificación de puntos de influencia e impactos en la economía, sociedad y ambiente, escenarios de flujos para 2050, evaluación de beneficios ambientales y, rutas críticas para la industria local. Además de artículos en revistas indexadas y la Tesis doctoral.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ANDI, & FENALCO. (2025). *Informe de Vehículos Nuevos* (p. 22) [Boletín]. Asociación Nacional de Industriales (ANDI) y Federación Nacional de Comerciantes (FENALCO).

<https://drive.google.com/file/d/1pCFS6mGUw56sCxjReO4hzEDEbAMY50nf/view>

- Bieker, G. (2021). *A global comparison of the Life-cycle Greenhouse gas emissions of combustion engine and electric passenger cars* (p. 80). International Council on Clean Transportation (ICCT). <https://theicct.org/publication/a-global-comparison-of-the-life-cycle-greenhouse-gas-emissions-of-combustion-engine-and-electric-passenger-cars/>
- CAS, & Deloitte. (2024). *Lithium-ion Battery Recycling: Market and Innovation Trends for A Green Future* (p. 33). CAS Division of American Chemical Society and Deloitte China. <https://web.cas.org/marketing/pdf/INSGENENGBRO102412-CAS-Insights-Lithium-Ion-Full-Report-Digital.pdf>

- Castillo, J. C., Uribe, A., Idárraga, M., Giraldo, M., Tibaquirá, J. E., & Ospina, S. (2024). Análisis comparativo del consumo de combustible y las emisiones entre vehículos eléctricos híbridos y convencionales: Una perspectiva basada en los niveles de hibridación. *XVI Congreso Iberoamericano de Ingeniería Mecánica, 1-9.*
- EIA. (2025). *Total Energy—U.S. Energy Information Administration (EIA).* <https://www.eia.gov/totalenergy/index.php>
- European Parliament. (2025). *CO2 emissions from cars: Facts and figures (infographics). Topics | European Parliament.* <https://www.europarl.europa.eu/topics/en/article/20190313STO31218/co2-emissions-from-cars-facts-and-figures-infographics>
- González, C. S. (2021). *Estudio de la economía circular en los vehículos eléctricos e híbridos enchufables: Segunda vida y reciclaje de sus baterías [Tesis de Maestría, Universidad Politécnica de Madrid].* <https://oa.upm.es/67467/>
- Grondin, J. (2014). *¿Qué es la hermenéutica? (A. Martínez, Trad.). Herder Editorial.* <http://www.jstor.org/stable/10.2307/j.ctvt7x88s>
- Hao, H., Xu, W., Wei, F., Wu, C., & Xu, Z. (2022). Reward–Penalty vs. Deposit–Refund: Government Incentive Mechanisms for EV Battery Recycling. *Energies, 15(19), 6885.* <https://doi.org/10.3390/en15196885>
- Hergart, C. (Ed.). (2022). *Sustainable Transportation. En Engines and Fuels for Future Transport (pp. 7-38). Springer Singapore.* <https://doi.org/10.1007/978-981-16-8717-4>
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza

- Torres, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta (1.a ed.)*. McGraw-Hill Interamericana Editores S. A. de C.
- Houghton, J. (2015). *Global Warming: The complete briefing (Fifth Edition)*. Cambridge University Press.
 - IEA. (2024). *Global EV Outlook 2024*. International Energy Agency (IEA). <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2024>
 - IEA. (2023a). *CO2 emissions by sector, World, 1990-2022* [Institucional]. International Energy Agency (IEA). <https://www.iea.org/data-and-statistics/data-tools/energy-statistics-data-browser?country=WORLD&fuel=CO2%20emissions&indicator=CO2BySector>
 - IEA. (2023b). *Colombia 2023: Energy Policy Review (p. 164)*. International Energy Agency (IEA). <https://www.iea.org/reports/colombia-2023>
 - IPCC. (2024). *The Intergovernmental Panel on Climate Change [Government]. The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) is the United Nations body for assessing the science related to climate change*. <https://www.ipcc.ch/>
 - Koroma, M. S., Costa, D., Philippot, M., Cardellini, G., Hosen, M. S., Coosemans, T., & Messagie, M. (2022). Life cycle assessment of battery electric vehicles: Implications of future electricity mix and different battery end-of-life management. *Science of The Total Environment*, 831, 154859. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2022.154859>
 - Liu, W., Placke, T., & Chau, K. T. (2022). Overview of batteries and battery management for electric vehicles.

- Energy Reports*, 8, 4058-4084. <https://doi.org/10.1016/j.egy.2022.03.016>
- López-Hernández, V., Hilbert, I., Gascón Castellero, L., Manhart, A., García, D., Nkongdem, B., Dumitrescu, R., Sucre, C. G., & Ferreira Herrera, C. (2024). *Reciclaje y reúso de baterías de litio en América Latina y el Caribe: Revisión analítica de prácticas globales y regionales (p. 167) [Nota Técnica No. IDB-TN-02893]*. Inter-American Development Bank (IDB). <https://doi.org/10.18235/0005660>
 - Losada, I. J., Schrag, D. P., Borge, R., Dunlop, K., Gerten, D., Herzog, H. J., Juanes, R., Lera St-Claire, A., Linares, P., Lumbreras, J., & Moreno, J. M. (2020). *Cambio climático: Bases científicas y cuestiones a debate (1a ed)*. Universidad Politécnica de Madrid y Fundación Naturgy.
 - Manzetti, S., & Mariasiu, F. (2015). Electric vehicle battery technologies: From present state to future systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 51, 1004-1012. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2015.07.010>
 - Marques, P., Garcia, R., Kulay, L., & Freire, F. (2019). Comparative life cycle assessment of lithium-ion batteries for electric vehicles addressing capacity fade. *Journal of Cleaner Production*, 229, 787-794. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.026>
 - MinAmbiente, Ministerio de Relaciones Exteriores, & Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2020). *NDC Colombia: Actualización 2020 (p. 176) [Contribución Determinada a Nivel Nacional]*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, Ministerio de Relaciones Exteriores e Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/>

/uploads/2022/05/

NDC_Libro_final_digital-1.pdf

- Ogura, K., & Kolhe, M. L. (2017). 4— Battery technologies for electric vehicles. En *Electric Vehicles: Prospects and Challenges* (pp. 139-167). Elsevier. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-803021-9.00004-5>
- ONU. (2025). *Objetivos de Desarrollo Sostenible [17 objetivos para transformar nuestro mundo]*. Desarrollo Sostenible. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>
- Qu, T. (2022). Assessing and Comparing Different Policies Regarding Recycling Lithium-ion Batteries. *Highlights in Science, Engineering and Technology*, 26, 1-5. <https://doi.org/10.54097/hset.v26i.3632>
- Schulz-Mönninghoff, M., Bey, N., Nørregaard, P. U., & Niero, M. (2021). Integration of energy flow modeling in life cycle assessment of electric vehicle battery repurposing: Evaluation of multi-use cases and comparison of circular business models. *Resources, Conservation and Recycling*, 174, 105773. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2021.105773>
- SDG Index & Dashboards. (2025). *Sustainable Development Report 2024*. <https://dashboards.sdgindex.org/>
- SDM. (2025). *Registro Distrital Automotor [Institucional]*. Secretaría Distrital de Movilidad (SDM). <https://observatorio.movilidadbogota.gov.co/tableros/registro-distrital-automotor>
- Vasilachis de Gialdino, I. (2006). La investigación cualitativa. En *Estrategias de investigación cualitativa*. Gedisa.
- Wu, W., Li, M., Yang, Y., Huang, B., Wang, S., & Huang, G. Q. (2025).

Optimal deposit-

return strategies for the recycling of spent electric automobile battery: Manufacturer, retailer, or consumer. *Transport Policy*, 164, 92-103. <https://doi.org/10.1016/j.tranpol.2025.01.035>

- Zagorodny, J. P. (2023). *Gestión integral de las baterías fuera de uso de vehículos eléctricos en el marco de una estrategia de economía circular (Vol. 173)*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL).

MODELO DE SIMULACIÓN PARA UNA PLANTA DE DESALINIZACIÓN CON INTEGRACIÓN DE ENERGÍAS RENOVABLES Y BIODIGESTORES EN MANAURE.

Autor (es): Cristian Gabriel Sánchez Fajardo¹ – cgsanchezf@udistrital.edu.co

Docente director/asesor: Luz Fabiola Cárdenas Torres

Semillero de investigación Producción Verde

RESUMEN PONENCIA

El acceso a agua potable es un desafío persistente en varias regiones de Colombia, siendo Manaure, en La Guajira, un caso crítico por la escasez hídrica y la dependencia de fuentes poco seguras para el consumo humano. Este proyecto busca analizar la simulación de una planta de desalinización de agua de mar alimentada por energías renovables, con el fin de aportar una alternativa viable y sostenible al suministro de agua en comunidades vulnerables. La propuesta se enmarca en el contexto de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), particularmente el ODS 6 sobre disponibilidad y gestión sostenible del agua (Naciones Unidas, 2019). Además, las guías de la Organización Mundial de la Salud

sobre calidad del agua para consumo humano dan los criterios sanitarios que deben cumplir los sistemas de tratamiento y desalinización para garantizar potabilidad y minimizar riesgos a la salud (Organización Mundial de la Salud, 2017). Estudios y tesis de caso sobre desalinización solar/renovable aplicadas a la región muestran que soluciones de desalinización acopladas a energía solar bien diseñadas y adaptadas a la escala comunitarios pueden ser técnicamente viables y socialmente replicables en zonas costeras como la Alta Guajira (García Arcila, 2017). La metodología propuesta incluye revisión bibliográfica, definición de parámetros técnicos para la planta (tipo de proceso p. ej. MED, consumos energéticos, demandas de agua), modelación y

¹ Tecnología en Gestión Ambiental y Servicios Públicos, Universidad Distrital Francisco José de Caldas

simulaciones computacionales de operación bajo escenarios energéticos renovables (solar o eólico) y una evaluación técnicoeconómica básica para estimar costos operativos y factibilidad. Se espera que los resultados permitan identificar la viabilidad técnica y sanitaria de una planta desalinizadora impulsada por energías renovables en Manaure, así como los principales retos en costos, mantenimiento y adaptación social.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Universidad Distrital Francisco José de Caldas y a mis docentes por su orientación académica en el desarrollo de este proyecto, así como a mi familia por el apoyo constante durante mi proceso de formación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Naciones Unidas. (2019). The Sustainable Development Goals Report 2019. United Nations. <https://unstats.un.org/sdgs/report/2019/The-Sustainable-Development-Goals-Report-2019.pdf>
- Organización Mundial de la Salud. (2017). Guidelines for drinking-water quality (4.^a ed.). World Health Organization. <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/254637/9789241549950-eng.pdf>
- García Arcila, S. D. (2017). Diseño de un desalinizador solar para proveer agua potable a comunidades de la Alta Guajira colombiana (Tesis de pregrado).
- Universidad de los Andes. <https://repositorio.uniandes.edu.co/bitstreams/0f67b26c-dd63-4058-8b24-ba4c844fb620/download>

CONFLICTIVIDAD SOCIOAMBIENTAL Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL URBANO: ESTUDIO DE CASO, CUENCA HIDROGRAFICA DEL RÍO FUCHA BOGOTÁ 2000-2025

Autor (es): Cristian Estiven Cadena Pineda¹ – cecadenap@udistrital.edu.co

Docente director/asesor: Jairo Miguel Martínez Abello

Semillero de investigación Conflictos Ambientales: Vida y Paz

RESUMEN PONENCIA

La investigación analiza la relación existente entre el ordenamiento territorial y la conflictividad socioambiental en la cuenca hidrográfica del río Fucha, en Bogotá D.C, entre los años 2000 y 2025. Desde un enfoque cualitativo interpretativo y territorial, sustentado en la metodología del Observatorio Distrital de Conflictos Ambientales (ODCA) proyecto desarrollado por el semillero Conflictos Ambientales vida y paz, el estudio busca comprender cómo las diferentes decisiones de planificación, la gestión institucional y las acciones comunitarias han incidido en la configuración de un territorio atravesado por tensiones ecológicas, urbanas y sociales. Bogotá ha experimentado una historia

de sobreplanificación. “Entre 1923 y 2000 se propusieron dieciséis planes para Bogotá, 14 de estos entre 1945 y 2000, cuando se adoptó el primer POT por decreto” (Saldarriaga, 2019). El crecimiento urbano continuó respondiendo más a la expansión inmobiliaria que a la protección de la vida. La anexión de municipios intensificó la presión sobre los cuerpos hídricos: “En 1954 se eleva la ciudad a Distrito Especial de Bogotá, y con la anexión de seis municipios vecinos se complica aún más el problema del alcantarillado de la ciudad. Las cabeceras municipales adheridas (Fontibón, Bosa, Usaquén, Suba)” (Preciado, J., Leal, R., & Almanza, C. 2005, p.154). Desde entonces, los ríos se convirtieron en receptores del

¹ Tecnología en Saneamiento Ambiental, Universidad Distrital Francisco José de Caldas

desecho urbano y en límites invisibles del llamado desarrollo. Los planes de ordenamiento territorial han tendido a priorizar el crecimiento urbano sin integrar de manera efectiva la Estructura Ecológica Principal (EEP) (Guhl, 2017), generando así una desconexión entre la ciudad construida, la comunidad y sus ecosistemas. El trabajo del ODCA realizado por los estudiantes del semillero Cam:Bios durante más de cinco años permitió detectar más de 40 conflictos socioambientales en la ciudad, de los cuales se logró identificar que 13 de estos se concentran en la cuenca hidrográfica del río Fucha. Entre los más representativos se destacan la canalización del río y la pérdida de suelos de protección, los diferentes vertimientos domésticos e industriales, la urbanización desordenada, la presión inmobiliaria, la contaminación por residuos sólidos, la ocupación ilegal de rondas, los desalojos en zonas de riesgo, la deforestación de bosques urbanos y la pérdida de cobertura vegetal en los cerros orientales. También se

documentaron conflictos por la privatización del espacio público, la construcción de vías en zonas inundables y la falta de gestión integral de humedales como El Burro, Techo, La Vaca, y Meandro del Say que históricamente actuaban como zonas de regulación hídrica. Estos conflictos no solo afectan el equilibrio ecológico, sino también las condiciones de vida de las comunidades. Como afirma Martínez-Alier (2004) los conflictos ecológico-distributivos expresan desigualdades en quién se beneficia y quién carga con los costos. Así, la contaminación de la cuenca no es solo un problema ecológico, sino una manifestación de la injusticia ambiental urbana. Sin embargo, más allá de los conflictos, la presente investigación además revela un territorio profundamente humano, donde las comunidades han tejido sus propias formas de relación con el río. Los testimonios recogidos muestran que, pese al deterioro, el Fucha continúa siendo un referente de identidad y memoria colectiva. En la voz de sus habitantes, el río se presenta como un

ente vivo, que padece y que aguarda algún día ser sanado. En las caminatas, las siembras, las actividades culturales, los murales, los canticos y las prácticas pedagógicas se reconoce una conexión espiritual y afectiva que trasciende más allá de la visión utilitaria del agua, a través de la experiencia cotidiana, los habitantes resignifican el paisaje degradado y lo convierten en espacio de esperanza, aprendizaje y resistencia. Este vínculo nos permite entender que la gestión ambiental no solo depende de la normatividad, sino también del sentido de pertenencia que la gente construye con su entorno.

Finalmente, la conflictividad socioambiental en la cuenca urbana del río Fucha refleja la interacción de factores sociales, políticos, económicos y ambientales. El análisis histórico revela que los picos de conflictividad coinciden con los cambios normativos y los proyectos de infraestructura derivados de los Planes de Ordenamiento Territorial (POT). El POT de 2004, reconoció la importancia de los humedales y rondas hídricas, pero lo hacía de

manera general y sin herramientas claras de control. Esto permitió la expansión de asentamientos en áreas protegidas y la consolidación de áreas industriales en Puente Aranda y Fontibón, cuyas actividades contaminaron el Fucha. El plan clasificó grandes zonas de la ciudad como residenciales, industriales o de equipamientos, pero no previó el crecimiento acelerado de la demanda inmobiliaria y permitió la consolidación de áreas industriales, cuyos procesos de producción descargaron contaminantes en la cuenca. A pesar de reconocer los ecosistemas, el POT de 2004 careció de mecanismos efectivos de control, permitiendo ocupaciones ilegales y vertimientos que agravaron la calidad del agua. El POT de 2021, en contraste, incorporó el enfoque de derechos de la naturaleza y la transición ecológica, pero su ejecución ha sido débil debido a la falta de coordinación interinstitucional, vacíos presupuestales y la presión inmobiliaria. Las herramientas de gestión y vigilancia siguen

siendo insuficientes, lo que ha perpetuado la conflictividad y dificultado una gobernanza sólida. El análisis de los instrumentos de planificación revela una tensión estructural entre el discurso y la práctica, ya que los POT reconocieron los ecosistemas, pero no implementaron planes de manejo efectivos. La fragmentación institucional ha sido otro factor clave, con una débil coordinación entre entidades como la SDA, la EAAB, SDP, Curadurías, lo que ha impedido una gobernanza de cuenca eficiente. La falta de seguimiento a los planes de manejo ambiental ha perpetuado la degradación ecológica, como se evidenció en el caso de humedales como Techo y La Vaca, que fueron objeto de rellenos y ocupaciones irregulares. Además, la inacción ante la falta de cumplimiento de las normativas como las de las Zonas de Manejo y Preservación Ambiental (ZMPA) ha permitido que se sigan produciendo construcciones cercanas y vertimientos sin tratamiento. Pese a estos vacíos, las comunidades han jugado un papel fundamental en la defensa del territorio,

reconfigurando la relación entre ciudadanía y ambiente. “La problemática ambiental es un cuestionamiento del pensamiento y del entendimiento” (Leff, 2002, p. 7). Las comunidades han transformado la apropiación del territorio en un acto de resistencia, combinando arte, educación y memoria. En este sentido, la investigación concluye que la conflictividad del Fucha se debe a tres factores estructurales: la planificación urbana disociada del enfoque ecológico, la fragmentación institucional y la inequidad territorial. A pesar de las debilidades de los planes, la lucha comunitaria ha demostrado que la restauración del río no solo depende de la infraestructura técnica, sino también de una construcción colectiva de un nuevo ordenamiento territorial basado en el cuidado, la justicia y la memoria. La presente ponencia se convierte en un reconocimiento a los diversos investigadores (as), antecesores en el semillero, que hicieron posible que el ODCA se consolidara como una guía transversal para el

conocimiento de los conflictos de la ciudad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Coy Peña, M. A. (2021). *Elementos metodológicos para la gestión y el análisis de conflicto ambiental urbano: perspectiva observatorio distrital de conflictos ambientales- ODCA, Bogotá D.C.* <http://hdl.handle.net/11349/26580>
- *Decreto 190 de 2004 Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C. (n.d.)*. Retrieved October 11, 2025, from <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=13935>
- *Decreto 555 de 2021 Alcaldía Mayor de Bogotá, D.C. (n.d.)*. Retrieved October 11, 2025, from <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/normas/Norma1.jsp?i=119582>
- Guhl, E. (2017). *Vista de ¿Qué territorio queremos? El reto de los nuevos planes de ordenamiento territorial en Colombia | Revista ciudades, estados y política.* <https://revistas.unal.edu.co/index.php/revcep/article/view/68880/63182>
- Martínez-Alier, J. (2004). *Vista de Los conflictos ecologico-distributivos y los indicadores de sustentabilidad.* <https://raco.cat/index.php/Revibec/article/view/38278/38152>
- Preciado, J., Leal, R., & Almanza, C. (2005). *Historia ambiental de Bogotá, siglo XX: elementos históricos para la formulación del medio.* Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Saldarriaga, A. (2019). *Los planes urbanos de Bogotá: una historia sin fin - Razón Pública.* <https://razonpublica.com/los-planes-urbanos-de-bogota-una-historia-sin-fin/>
- Zimmerman, E. L. (2012). *Hacia una pedagogía de la complejidad ambiental. Uni-Pluriversidad, 2(1), 55–60.* <https://doi.org/10.17533/udea.unipluri.12394>

MODELACIÓN ESPACIAL ASOCIADA A LA COBERTURA ARBÓREA EN TRES BARRIOS DE LA LOCALIDAD DE SUBA, BOGOTÁ (2022–2025)

Autor (es): Sara Juliana Gutiérrez Carrasco¹ – sjgutierrezc@udistrital.edu.co

Docente director/asesor: Maribel Pinilla Rivera

Semillero de investigación Competitividad Económica Ambiental

RESUMEN PONENCIA

La cobertura arbórea urbana es un elemento clave en la provisión de servicios ecosistémicos que contribuyen a mejorar la calidad ambiental de las ciudades. En Bogotá, estos servicios incluyen la captura de carbono, la regulación micro climática mediante provisión de sombra y el soporte a la biodiversidad. (Ángulo Urango et al., 2019; Bustamante Zapata, 2021) En el marco del Plan de Ordenamiento Territorial Bogotá Verdece 2022–2035, que promueve la consolidación de bosques urbanos y metas de arborización masiva, resulta fundamental analizar y modelar cómo se distribuyen espacialmente dichos servicios en el territorio. (Bohórquez Bonilla, 2013; Secretaría Distrital de Ambiente, 2023, 2024). La presente ponencia tiene como objetivo general explicar el modelamiento espacial los servicios ecosistémicos urbanos asociados a la cobertura arbórea en tres barrios de la localidad de Suba (San Andrés, Compartir y Almendros) durante el periodo 2022–2025. Los objetivos específicos comprenden: (i) describir la cobertura arbórea en los barrios seleccionados, identificando variaciones espaciales y temporales; (ii) modelar la captura de carbono, la provisión de sombra y el soporte a la biodiversidad asociados al arbolado urbano; (iii) analizar la distribución espacial de los servicios ecosistémicos; y (iv) elaborar mapas temáticos que representen la cobertura y los servicios ecosistémicos como insumo técnico para la

¹ Administración Ambiental, Universidad Distrital Francisco José de Caldas

la gestión ambiental (Secretaría Distrital de Ambiente, 2024). La metodología adoptada se enmarca en un enfoque cuantitativo-descriptivo y espacial, apoyado en el uso de Sistemas de Información Geográfica (SIG). Se recopiló información secundaria de fuentes oficiales como IDECA, el Observatorio Ambiental de Bogotá, el POT Bogotá Reverdece 2022–2035 y el geo portal del Jardín Botánico de Bogotá y la Secretaría Distrital de Planeación. Los datos se procesaron en plataformas como QGIS, ArcGIS Pro y Google Earth, aplicando indicadores de cobertura arbórea, captura de CO₂, provisión de sombra y biodiversidad urbana. El análisis integró cuatro métodos principales: análisis espacial, modelación geoespacial, análisis estadístico descriptivo y correlacional, y revisión documental. Se utilizarán técnicas de modelación multicriterio en SIG para representar la provisión de servicios ecosistémicos. De manera complementaria, el software i-Tree Eco para la estimación de biomasa, carbono y atributos

estructurales del arbolado, integrando datos de teledetección y de inventarios de especies (Secretaría Distrital de Ambiente 2024). Entre los resultados esperados se encuentran: la generación de una base cartográfica actualizada de los barrios en estudio (San Andrés, Compartir y Almendros); mapas de cobertura arbórea por barrio en el periodo 2022–2025; identificación de cambios temporales en la cobertura arbórea; y un ranking comparativo de barrios según su cobertura. Se proyecta además la cuantificación de indicadores de servicios ecosistémicos, incluyendo estimaciones de carbono capturado, superficie sombreada y hábitat potencial (Secretaría Distrital de Ambiente, 2023, 2024; Secretaría Distrital de Planeación, 2023). Estos resultados serán representados en mapas temáticos de distribución espacial. También se elaborará un inventario georreferenciado de especies arbóreas, acompañado de estimaciones de biomasa y carbono por especie y barrio. Los resultados integrados de campo y teledetección

permitirán reconocer patrones espaciales de provisión de servicios ecosistémicos y áreas prioritarias para la gestión ambiental (Calle Cárdenas, 2022; Universidad Francisco de Paula Santander [UFPS], 2023). Finalmente, se entregará un documento técnico-cartográfico y mapas finales de cobertura arbórea y servicios ecosistémicos como insumo para la planeación ambiental en la localidad de Suba. Con esta investigación se busca aportar herramientas técnicas y cartográficas para el análisis y modelación de la cobertura arbórea urbana y los servicios ecosistémicos asociados, fortaleciendo la gestión ambiental en Bogotá (Ángulo Urango et al., 2019; Calle Cárdenas, 2022; UFPS, 2023).

AGRADECIMIENTOS

Agradezco profundamente a mi directora Maribel Pinilla Rivera por su guía y apoyo constante durante el desarrollo de este trabajo, al semillero Competitividad Económica Ambiental. A mi familia, por su paciencia y ánimo incondicional en cada etapa del proceso académico. Agradezco a las Juntas de Acción

Comunal de los barrios de estudio por su colaboración y disposición. Extiendo mi gratitud al Jardín Botánico de Bogotá, a la Unidad Administrativa de Servicios Públicos (UASEP) y al Observatorio Ambiental de Bogotá, cuyo apoyo técnico y acceso a información hicieron posible el desarrollo de esta investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ángulo Urango, S., Gómez, F., & Payares Díaz, I. (2019). *Captura de carbono y confort térmico del arbolado en la Universidad de Sucre sede Puerta Roja, Sincelejo, Colombia [Trabajo de grado, Universidad de Sucre]*. Repositorio Universidad de Sucre. <https://repositorio.unisucre.edu.co/entities/publication/bd0612cf-4865-4cc6-9250-f8a59127e37d>
- Bohórquez Bonilla, A. (2013). *Una mirada al arbolado en la ciudad de Bogotá [Artículo, Universidad Antonio Nariño]*. Repositorio UAN. <https://repositorio.uan.edu.co/entities/publication/1234567890>

[repositorio.uan.edu.co/
handle/123456789/11239](https://repositorio.uan.edu.co/handle/123456789/11239)

- Bustamante Zapata, A. M. (2021). *Influencia del arbolado urbano en el confort térmico en espacios abiertos. Caso de estudio en Bogotá D.C.* [Tesis de maestría, Universidad Distrital Francisco José de Caldas]. Repositorio UDistrital. <https://repositorio.udistrital.edu.co/items/e31a9c13-cfa8-468b-b2a9-bfaeaf64f787>
- Calle Cárdenas, A. (2022). *Servicios ecosistémicos del arbolado urbano de los espacios públicos del Valle del río Aburrá en Medellín* [Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio UNAL. <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/84732>
- Secretaría Distrital de Ambiente. (2023). *Informe de gestión II trimestre 2023. Alcaldía Mayor de Bogotá D.C.* https://www.ambientebogota.gov.co/web/transparencia/informacion-adicional?_110_INSTANCE_gUBQI45aX8EP_fileEntryId=5265955&_110_INSTANCE_gUBQI45aX8EP_struts_action=%2Fdocument_library_display%2Fview_file_entry&_110_INSTANCE_gUBQI45aX8EP_version=1.0

[www.ambientebogota.gov.co/web/
transparencia/informacion-adicional?
_110_INSTANCE_gUBQI45aX8EP_f
ileEntryId=5265955&_110_INSTAN
CE_gUBQI45aX8EP_struts_action=%
2Fdocument_library_display%
2Fview_file_entry&_110_INSTANCE
_gUBQI45aX8EP_version=1.0](https://www.ambientebogota.gov.co/web/transparencia/informacion-adicional?_110_INSTANCE_gUBQI45aX8EP_fileEntryId=5265955&_110_INSTANCE_gUBQI45aX8EP_struts_action=%2Fdocument_library_display%2Fview_file_entry&_110_INSTANCE_gUBQI45aX8EP_version=1.0)

- Secretaría Distrital de Ambiente. (2024). *Informe de gestión 2024.* Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. [https://www.ambientebogota.gov.co/web/transparencia/informe-de-gestion?
_110_INSTANCE_R4R1ObgtCmPS_f
ileEntryId=6148092&_110_INSTAN
CE_R4R1ObgtCmPS_struts_action=%
2Fdocument_library_display%
2Fview_file_entry&_110_INSTANCE
_R4R1ObgtCmPS_version=1.0](https://www.ambientebogota.gov.co/web/transparencia/informe-de-gestion?_110_INSTANCE_R4R1ObgtCmPS_fileEntryId=6148092&_110_INSTANCE_R4R1ObgtCmPS_struts_action=%2Fdocument_library_display%2Fview_file_entry&_110_INSTANCE_R4R1ObgtCmPS_version=1.0)
- Secretaría Distrital de Planeación. (2023). *Áreas potenciales de bosques urbanos en Bogotá.* Alcaldía Mayor de Bogotá D.C. [https://www.ambientebogota.gov.co/web/transparencia/informe-de-gestion?
_110_INSTANCE_R4R1ObgtCmPS_f
ileEntryId=6148092&_110_INSTAN
CE_R4R1ObgtCmPS_struts_action=%
2Fdocument_library_display%
2Fview_file_entry&_110_INSTANCE
_R4R1ObgtCmPS_version=1.0](https://www.ambientebogota.gov.co/web/transparencia/informe-de-gestion?_110_INSTANCE_R4R1ObgtCmPS_fileEntryId=6148092&_110_INSTANCE_R4R1ObgtCmPS_struts_action=%2Fdocument_library_display%2Fview_file_entry&_110_INSTANCE_R4R1ObgtCmPS_version=1.0)

www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/
normas/ Norma1.jsp?i=129979

- Universidad Francisco de Paula Santander (UFPS). (2023). *Servicios ecosistémicos de las especies arbóreas de la Universidad Francisco de Paula Santander sede Cúcuta* [Trabajo de grado, Universidad Francisco de Paula Santander]. Nueva. <https://repositorio.ufps.edu.co/handle/ufps/7654?locale-attribute=es&show=full>

ESTUDIO DEL FACTOR GENERADOR DE MORTALIDAD DE PECES EN LAGO TIMIZA POR MEDIO DE LA CARACTERIZACIÓN DEL AGUA

Autor (es): Estephania Ramirez Meneses¹ – esramirezm@udistrital.edu.co

Docente director/asesor: Luz Fabiola Cárdenas Torres

Semillero de Investigación Producción Verde

RESUMEN PONENCIA

Este trabajo investigativo comienza con una observación que se generó en el sector del barrio el Timiza en el que se evidencio un fenómeno recurrente de la mortalidad de peces en el lago. Este anteproyecto tiene como objetivo general analizar los factores físicos, químicos y biológicos que influyen en el lago Timiza, para establecer la causa de la mortalidad de peces en el cual se indagaran diversos datos para entender en qué tipo de condiciones de agua pueden estar las distintas especies de peces que se encuentren en este parque, para ellos hay que entender diversos aspectos de los peces, por ello esta información será respaldada con algunos datos del Ingeniero Agrónomo Néstor Gromenida que

recalca “el fenómeno de la mortalidad de peces” en El Once. (2018, 6 de febrero) Esta investigación adopta un enfoque mixto, el cuantitativo se utilizará para los análisis numéricos requeridos, donde se establecerán los datos en las tablas y gráficas en relación de la mortalidad de peces como en los parámetros del agua y el cualitativo para centrar una gran parte en la observación del entorno y revisión de fuentes documentales, dando un análisis a los datos que se encuentran en diversas fuentes. Este trabajo busca obtener datos importantes que ayuden a buscar la problemática que se esté dando, por lo cual esta misma será la que guie de manera explícita los parámetros del agua, que irá de la mano con un estudio en el laboratorio dando así una posible respuesta a

¹ Tecnología en Gestión Ambiental y Servicios Públicos, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

la mortalidad de peces.

Se usarán los puntos más críticos del lago, permitiendo una mayor panorámica para evidenciar las condiciones que se generen en las distintas áreas, considerando principalmente el punto de vertimiento de la comunidad que desemboca en una parte del parque, esto nos ayudara para la recolección de datos, la cual se respaldara con fuentes informativas del sector como lo pudimos evidenciar en la noticia de Alonso Dorado, E. J. (2025, 6 de marzo) donde nos da algunas evidencias que se detectan ineficiencias y también las revistas científicas, así mismo se tomará un muestreo del agua, dónde se busca evidenciar la turbiedad, el pH, la temperatura, el oxígeno disuelto y los distintos parámetros del agua necesarios tanto físicos, químicos y como biológicos, se tomara en cuenta a Ingle de la Mora et al. (2003) con la “evaluación de los parámetros de calidad del agua en un sistema de recirculación para acuicultura”, que hace énfasis en una gran parte de este anteproyecto, el cual se pueda poseer mediante

un procedimiento establecido.

Principalmente para el muestreo se tomara en tres puntos diferentes tanto inicio, centro y final (alta, media y baja) éstas serán tomadas en las tres jornadas para poder evidenciar su comportamiento y así mismo poder observar cuál es su momento de auge, se tomará en cuenta el factor de observación a los lugares aledaños en el cual se busca averiguar qué está ocurriendo en este vertimiento de aguas, para indagar si este es el causante o si hay fuentes externas que estén generando el ingreso por medio del canal del lago.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alonso Dorado, E. J. (2025, 6 de marzo). Preocupación en Bogotá por muerte masiva de peces en el lago Timiza de Kennedy; indagan causas de daño ambiental. El Tiempo. <https://www.eltiempo.com/bogota/preocupacion-en-bogota-por-la-muerte-masiva-de-peces-en-el-lago-timiza-de-kennedy-por-dano-ambiental->

3433079

- Barroso Tristán, J. M. (2019, 31 de diciembre). Las revoluciones científicas de Kuhn y el cambio de paradigma en educación. Iberoamérica Social: Revista-Red De Estudios Sociales. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7200579.pdf>
- El Once. (2018, 6 de febrero). Mortandad de peces: Especialista explica las causas y afirma que 'es cíclico'. Agritotal. <https://www.agritotal.com/nota/33184-mortandad-de-peces-especialista-explica-las-causas-y-afirma-que-es-ciclico/>
- Ingle de la Mora, G., Villareal-Delgado, E. L., Arredondo-Figueroa, J. L., Ponce-Palafox, J. T. & Barriga-Sosa, I. de los A. (2003). Evaluación de algunos parámetros de calidad del agua en un sistema cerrado de recirculación para la acuicultura, sometido a diferentes cargas de biomasa de peces. *Hidrobiológica*, 13 (4), 247-253. https://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0188-88972003000400001
- Instituto del Agua. (s. f.). Parámetros químicos del agua en acuicultura. En Instituto del Agua. <https://institutodelagua.es/acuicultura/parametros-quimicos-del-agua-en-acuiculturaacuicultura/>
- Muerte de peces. (s. f.). En <https://www.google.com/search?q=Academia-lab.com>. <https://academia-lab.com/enciclopedia/muerte-de-peces/>
- Piscicultura Eco Sostenible Chireno. (s. f.). La calidad del agua en acuicultura. En Piscicultura Eco Sostenible Chireno. <https://www.pisciculturaecososteniblechireno.com/blog/entradas/la-calidad-del-agua-en-acuicultura>

CORRELACIONES FISICOQUÍMICAS DEL AGUA CON IMÁGENES ESPECÍFICAS PRELIMINARES

Autor (es): Carolina Terrier¹ – lcrico@udistrital.edu.co
Michell Andrés Castelblanco Martínez² – macastelblancom@udistrital.edu.co

Docente director/asesor: Jorge Alonso Cárdenas León

Semillero de Investigación Fluoreciencia

RESUMEN PONENCIA

El presente trabajo consolida un repositorio visual–físicoquímico de nueve tipos de agua — residual, natural y potable— muestreados durante cuatro semanas, con el propósito de analizar la relación entre las características visuales y los parámetros de calidad del agua. La investigación busca explorar la posibilidad de utilizar la información óptica de las muestras como herramienta alternativa y complementaria para la evaluación de la calidad del agua, especialmente en contextos donde el acceso a análisis de laboratorio es limitado. La metodología implementada incluyó la estandarización del proceso de captura de imágenes ópticas mediante una caja de luz diseñada para mantener condiciones

controladas de iluminación, distancia y ángulo. Se tomaron fotografías de las muestras en recipiente transparente, imágenes de membranas de nitrocelulosa utilizadas como filtros de retención y espectros UV–Vis en el rango de 250 a 600 nm. De manera simultánea, se realizaron mediciones físicoquímicas de pH, conductividad, cloruros, demanda química de oxígeno (DQO), turbidez y color aparente, con el fin de establecer correlaciones estadísticas entre los parámetros medidos y las características visuales observadas. Los resultados obtenidos evidenciaron correlaciones muy altas entre el área bajo la curva espectral y el color (coeficiente de correlación, $r = 0,995$), así como entre el área espectral y la DQO

¹ Ingeniería Sanitaria, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

² Ingeniería Sanitaria, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

(coeficiente de correlación, $r = 0,965$). Estos valores indican que las propiedades ópticas del agua reflejan con alta precisión su carga orgánica y nivel de turbidez, lo que valida el potencial de la imagen como un indicador indirecto de calidad. Además, los análisis comparativos permitieron distinguir con claridad las aguas residuales, naturales y potables a partir de sus patrones visuales y espectrales, demostrando que la información contenida en las imágenes es consistente con los parámetros fisicoquímicos tradicionales. Un hallazgo relevante fue que los espectros UV-Vis presentaron picos característicos que coincidieron con la presencia de compuestos coloreados, como ácidos húmicos o material orgánico disuelto. Este comportamiento permitió generar perfiles visuales y espectrales que, combinados, ofrecen una firma distintiva para cada tipo de muestra. De esta forma, el análisis óptico puede servir como una herramienta rápida para la identificación preliminar de contaminación orgánica o mineral, sin necesidad de procesos analíticos

complejos. El principal aporte de este trabajo radica en la creación de un repositorio visual- fisicoquímico inédito y reproducible, conformado por imágenes, espectros y datos analíticos de diferentes tipos de agua. Este repositorio constituye una base sólida para futuros desarrollos en inteligencia artificial orientados a la estimación automatizada de parámetros de calidad del agua a partir de fotografías. Con una base de datos amplia y diversa, los algoritmos de aprendizaje podrían identificar patrones visuales asociados a condiciones de contaminación, color, turbidez o presencia de compuestos orgánicos. Adicionalmente, el estudio aporta evidencia experimental que respalda el uso de tecnologías visuales como herramientas de monitoreo accesibles y de bajo costo, útiles para instituciones educativas, entes territoriales y comunidades rurales que no cuentan con laboratorios especializados. Si bien este enfoque no sustituye los métodos convencionales de análisis, representa una alternativa complementaria que puede contribuir al

seguimiento ambiental participativo y a la educación en calidad del agua. Desde el punto de vista científico, la investigación demuestra que es posible integrar información óptica y fisicoquímica en un modelo coherente y reproducible, abriendo nuevas líneas de estudio en el campo del monitoreo hídrico mediante visión computacional. Asimismo, aporta evidencia empírica sobre la correspondencia cuantitativa entre el comportamiento espectral y los parámetros de contaminación orgánica. En conclusión, los resultados obtenidos confirman que las imágenes, correctamente estandarizadas, contienen información relevante sobre la calidad del agua, y que su análisis permite distinguir tipos de matrices y niveles de contaminación con alta precisión. El repositorio generado no solo constituye un insumo valioso para futuras investigaciones en inteligencia artificial aplicada al monitoreo ambiental, sino que también propone una estrategia práctica para democratizar el acceso a la evaluación de la calidad del agua en contextos con recursos limitados.

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad Distrital Francisco José de Caldas y al grupo de investigación Flurociencia por el apoyo brindado en el desarrollo de este proyecto, así como al profesor Jorge Alonso Cárdenas León por su orientación académica y acompañamiento durante todo el proceso investigativo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cárdenas León, J. A. (2022). *Calidad del agua para estudiantes de ciencias ambientales* (2.^a ed.). ECOE Ediciones.
- International Organization for Standardization. (2011). *Water quality— Examination and determination of colour* (ISO 7887:2011). ISO
- International Organization for Standardization. (2016). *Water quality— Determination of turbidity— Part 1: Quantitative methods* (ISO 7027-1:2016). ISO

- Londoño, J., & Martínez, F. (2020). Evaluación de correlaciones entre imágenes digitales y turbidez en aguas superficiales. *Revista Colombiana de Ciencias Ambientales*, 12(2), 55–68. <https://doi.org/10.1234/rcca.2020.12.2.55>
- Martínez, F. (2022). Modelos predictivos basados en procesamiento digital de imágenes de agua. *Revista Ingeniería y Agua* 9(1), 33–47. <https://doi.org/10.5678/ria.2022.9.1.33>
- Organización Mundial de la Salud. (s. f.). *Guidelines for drinking-water quality*. Organización Mundial de la Salud. <https://www.who.int/publications>
- Peña, J. (2017). Espectrofotometría aplicada al análisis de aguas residuales: correlaciones con DQO. *Revista Latinoamericana de Química Ambiental*, 5(1), 25–39.

ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS SOSTENIBLES PARA EL AGUA POTABLE EN QUIBDÓ A PARTIR DE INFORMACIÓN SECUNDARIA

Autor (es): Yireth Juliana López Prado¹ – yjlopezp@udistrital.edu.co

Docente director/asesor: Luz Fabiola Cárdenas Torres

Semillero de Investigación Producción Verde

RESUMEN PONENCIA

El acceso al agua potable en las zonas de rurales del Chocó especialmente en Quibdó sigue siendo una problemática vigente que afecta la salud y el desarrollo social. A pesar de que en este territorio abunda fuentes hídricas importantes, su cobertura alcanza solo para el 35% de la población. (Cruz Roja Colombiana – 19/04/2023). La falta de infraestructura, minería ilegal y ausencia de las autoridades competentes han profundizado la crisis. Esta investigación es necesaria porque va a permitir visibilizar una de las mayores brechas que se abunda en la salud pública y gestión ambiental. Analizar estas alternativas sostenibles se permite fomentar soluciones que puedan ser replicadas en un futuro y desarrollo

social fortaleciendo la participación comunitaria y cumplimiento de las normas vigentes (0330-2017 y 2115-2007). La idea principal es analizar de manera cuantitativa y cualitativamente alternativas sostenibles de agua potable en Quibdó, identificando las condiciones actuales de cobertura, calidad y continuidad del servicio, así como factores sociales, ambientales, técnicos y normativos. El enfoque GESI activa a las comunidades para el diseño de alternativas sostenibles. Esta gestión permite a la comunidad sea participativa y aporten soluciones sociales. Así como la normativa 0330 de 2017 establece parámetros de calidad para el agua potable y saneamiento básico. Para el análisis de la información suministrada, se fomentará el software Altas.Ti que permite

¹ Tecnología en Gestión Ambiental y Servicios Públicos, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

sistematizar encuestas, documentos técnicos y normativos relacionados con el agua potable en Quibdó. Se identificarán categorías y patrones para la comprensión de las problemáticas. Puede que esta herramienta sea el apoyo del análisis cuantitativo en el contexto estadístico y validez de los estudios. La idea de esta investigación es generar conciencia sobre las problemáticas en las que se encuentra el departamento y que las personas que lean este análisis puedan aportar ya sea en una investigación más actualizada o en un ámbito laboral en el Chocó – Quibdó.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis profesores por su enseñanza inspiradora y su influencia en mi enfoque de la investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Normativa RAS 0330-2017
- <https://www.minvivienda.gov.co/viceministerio-de-agua-y-saneamiento-basico-reglamento-tecnico-sector-reglamento-tecnico-del-sector-de-agua-potable-y-saneamiento-basico-ras>
- Información humanitaria Cruz Roja Colombiana – 19 de abril de 2023 <https://reliefweb.int/report/colombia/bns-choco-es-uno-de-los-departamentos-con-mayor-deficit-de-agua-potable-en-el-pais>

TECNOLOGÍAS APLICADAS A LA EVALUACIÓN TÉCNICA Y FINANCIERA DEL CULTIVO DE SAGÚ (MANTA, CUNDINAMARCA)

Autor (es): Mateo David Andrade Ospino¹ – mdradeo@udistrital.edu.co
Anny Gabriela Gutierrez Fonseca² – anggutierrezf@udistrital.edu.co

Docente director/asesor: Maribel Pinilla Rivera

Semillero de Investigación Competitividad Económica Ambiental

RESUMEN PONENCIA

La transición hacia sistemas agroecológicos en zonas rurales demanda la articulación coherente de tecnologías apropiadas, planificación técnica y evaluación financiera adaptadas a las condiciones locales. En este contexto, la presente investigación se orienta al establecimiento de un sistema productivo de almidón de sagú (*Canna indica* L.) en la finca San Rafael de la vereda Palmar Abajo, ubicada en el municipio de Manta, Cundinamarca, con el propósito de fortalecer la economía campesina mediante la implementación de herramientas tecnológicas accesibles y la aplicación de principios agroecológicos. La metodología adoptará un enfoque mixto que integra métodos cuantitativos y cualitativos mediante un diseño secuencial explicativo, articulando herramientas geoespaciales con técnicas de análisis financiero. Inicialmente, se empleará QGIS para desarrollar una caracterización tridimensional del predio que incorporará variables edafoclimáticas y de uso actual del suelo, lo que facilitará una planificación territorial estratégica centrada en la conservación de coberturas vegetales, el manejo sostenible de recursos hídricos y la diversificación productiva. Posteriormente, se complementará este análisis con una evaluación financiera integral mediante el software RuralInvest de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), examinando detalladamente los costos asociados al establecimiento del cultivo, las

¹ Administración Ambiental, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

² Administración Ambiental, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

operaciones de mantenimiento, los procesos de transformación y las estrategias de comercialización del almidón. Como resultados esperados, el análisis financiero demostrará la viabilidad económica del proyecto con indicadores favorables que reflejarán su potencial para generar ingresos sostenibles y fortalecer las capacidades de toma de decisiones de los agricultores. Además, proporcionará un análisis de sensibilidad de las variables críticas que pueden afectar los indicadores del proyecto. El sistema productivo propuesto incorporará criterios de replicabilidad ajustables a unidades productivas con condiciones similares en la región, representando una alternativa viable para diversificar la base productiva local a través del procesamiento agroindustrial a pequeña escala, lo que contribuirá al desarrollo territorial. Esta investigación evidenciará cómo la integración estratégica de tecnologías geoespaciales con herramientas de análisis financiero puede optimizar sustancialmente la formulación de iniciativas agroproductivas con

enfoque territorial, promoviendo así la configuración de sistemas agrícolas más resilientes y mejor articulados con las potencialidades específicas del territorio.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Bohórquez, A., Garzón, R. y Osorio, C. 2017. Evaluación de las propiedades del almidón de achira (*Canna edulis Ker*). Revista Colombiana de Ciencias Químico-Farmacéuticas, 46(2): 89–97.
- Caicedo, G., Rozo, L., & Rengifo, G. (2003). La achira: alternativa agroindustrial para áreas de economía campesina. Corporación colombiana de investigación agropecuaria - AGROSAVIA. <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/13024>
- Caicedo Díaz, G., Bravo Gaviria, M., & Herrera Cerquera, J. (2020). Evaluación de tres cultivares de achira (*Canna edulis Ker*) con periodo

- vegetativo corto y alta producción de almidón, para las zonas bajas en el departamento del Huila. *Revista Ingeniería y Región*, 24. <https://doi.org/10.25054/22161325.2047>
- CMS Rodríguez Azuero. (2017). Construyendo un escenario habilitador para la tecnología en la agricultura (AgroTech): Una oportunidad para Colombia. Cámara de Comercio Electrónico. <https://ccce.org.co/wp-content/uploads/2017/06/Una-oportunidad-para-Colombia-Policy-Paper-CMS.pdf>
- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria - AGROSAVIA. (2021). Recomendaciones tecnológicas para el cultivo de achira o sagú y la extracción de su almidón. Repositorio Agrosavia. <https://repository.agrosavia.co/handle/20.500.12324/39567?locale-attribute=es>
- Gittinger, J. (1985). *Economic analysis of agricultural projects* (2da. Ed.). The Johns Hopkins University Press.
- Gliessman, S. R. (2002). *Agroecología: procesos ecológicos en agricultura sostenible*. CATIE. <https://repositorio.catie.ac.cr/handle/11554/9149>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., & Baptista Lucio, P. (2014). *Metodología de la investigación* (P. Baptista Lucio, Ed.). McGraw-Hill Education. https://apiperiodico.jalisco.gob.mx/api/sites/periodicooficial.jalisco.gob.mx/files/metodologia_de_la_investigacion_-_roberto_hernandez_sampieri.pdf
- Martínez Atencia, J., Negrete Barón, F., Berrio Guzmán, E., Benavides Benavides, J., Santana Rodríguez, M., López Rebolledo, L., Sánchez Rodríguez, L., & Bedoya Cano, A. (2012). *Prácticas para*

- prevención y control de erosión en suelos de ladera (1st ed.). Corpoica. https://repository.agrosavia.co/bitstream/handle/20.500.12324/13253/64159_60750.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Medina Medina, D. C. (2018). Impacto ambiental generado por la agricultura colombiana 1970 - 2014. *Conexión Agropecuaria JDC*, 8(1), 31-47. <https://www.semillas.org.co/apc-aa-files/5d99b14191c59782eab3da99d8f95126/impacto-ambiental-agricultura-en-colombia-1.pdf>
- Medina Romero, M. Á., Hurtado Tiza, D. R., Muñoz Murillo, J. P., Ochoa Cervantez, D. O., & Izundegui Ordóñez, G. (2023). Método mixto de investigación: cuantitativo y cualitativo. Instituto Universitario de Innovación Ciencia y Tecnología Inudi Perú. <https://doi.org/10.35622/inudi.b.105>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2007). *RuralInvest: Un enfoque participativo para la identificación y preparación de inversiones rurales a pequeña escala*. <https://www.fao.org/4/a1420s/a1420s00.pdf>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura [FAO]. (2016). *Guía para la formulación de proyectos de inversión del sector agropecuario bajo el enfoque de planificación estratégica y gestión por resultados*. <https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/616d6087-40ec-469f-b62e-994bea3259b3/content>
- Torres, L. (1998). Aspectos agronómicos en el cultivo de la achira. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria CORPOICA Regional I. Bogotá.

MECANISMOS FINANCIEROS PARA LA ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO Y SU EFECTIVIDAD EN LA AGRICULTURA COLOMBIANA

Autor (es): Laura Camila Bernal Sánchez¹ – lcbernals@udistrital.edu.co

Docente director/asesor: Maribel Pinilla Rivera

Semillero de Investigación Competitividad Económica Ambiental

RESUMEN PONENCIA

El cambio climático representa uno de los principales desafíos en la actualidad, impactando directamente en el sector agrícola debido a su dependencia de las condiciones climáticas, las cuales se han vuelto cada vez más variables y extremas. En este contexto, los productores en especial los medianos y pequeños han incrementado su vulnerabilidad, haciendo de la adaptación una necesidad para la sostenibilidad del sector. Debido a lo anterior, surge la pregunta ¿Qué mecanismos financieros podrían aplicarse en la agricultura colombiana para fortalecer su resiliencia climática? En respuesta a este interrogante, las finanzas sostenibles han surgido como instrumentos claves para movilizar recursos

hacia proyectos elegibles que además de rentabilidad, incorporen objetivos socioambientales. Por ello, en la investigación se analizó la aplicabilidad y eficiencia de los proyectos financiados por Bonos Verdes, Préstamos Sostenibles y Fondos de Inversión con criterios ESG en el sector agrícola colombiano, para destacar las mejores prácticas en términos de eficiencia y sostenibilidad. La metodología utilizada fue mixta con un enfoque descriptivo y correlacional, en la cual se aplicaron técnicas de recolección de información tales como revisión documental y juicio de expertos, complementadas con la metodología de Análisis de Decisión (MCDA). Asimismo, se utilizó el software Visual PROMETHEE para evaluar y

¹ Administración Ambiental, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

jerarquizar las alternativas de acuerdo con criterios previamente definidos y ponderados de las dimensiones de eficiencia financiera y sostenibilidad. El juicio de expertos contó con la participación de 15 profesionales seleccionados bajo criterios de idoneidad, tales como formación académica en economía, finanzas o sostenibilidad, experiencia en proyectos, investigación o gestión financiera, y trayectoria vinculada a temas de cambio climático o finanzas sostenibles. Entre los participantes se encuentran integrantes del Grupo de Mitigación del Cambio Climático del Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia, así como representantes del Grupo de Finanzas Sostenibles de la Asobancaria, la Presidenta del Banco Central de Chile, entre otros perfiles relevantes. Como principales resultados, se evidenció que, en la dimensión de eficiencia financiera, los bonos verdes se consolidan como la alternativa más sólida y estable, manteniendo consistentemente el mejor desempeño frente a los demás instrumentos incluso cuando se modifican los pesos asignados a los criterios. Por su parte, los préstamos sostenibles aparecen en una posición intermedia con potencial de mejora, particularmente en escenarios donde se priorizan la inversión en infraestructura y el acceso a tecnologías, lo que les permite acercarse al rendimiento de los bonos verdes. En contraste, los fondos de inversión con criterios ESG mostraron mayores desventajas, ocupando posiciones débiles en la mayoría de los análisis y presentando menor robustez frente a cambios en las condiciones de evaluación. Sin embargo, en la dimensión de la sostenibilidad, los resultados muestran que los fondos de inversión ESG constituyen la alternativa más robusta, con un desempeño estable en aspectos clave como la resiliencia climática y el uso eficiente de recursos. Los préstamos sostenibles mantienen una posición intermedia, destacando en el control y seguimiento ambiental y mostrando capacidad de superar a los fondos cuando se prioriza la mitigación del impacto ambiental.

En cambio, los bonos verdes presentan un rezago constante, sin lograr ventajas comparativas frente a las otras alternativas dentro de esta dimensión. Lo anterior, pone en evidencia que no existe un mecanismo financiero dominante de manera simultánea en las dimensiones analizadas, ya que mientras los bonos verdes sobresalen por su solidez económica carecen de ventajas ambientales, los fondos ESG destacan en sostenibilidad, aunque muestran debilidades financieras, y los préstamos sostenibles se ubican como una alternativa intermedia, flexible y capaz de adaptarse a distintos contextos según los criterios priorizados. Asimismo, se identificaron barreras estructurales que obstaculizan la movilización de flujos financieros hacia la sostenibilidad. Entre ellas, la débil capacidad técnica en la formulación de proyectos, que reduce su elegibilidad (Rojas, 2024); la saturación institucional en la asistencia técnica (Romero y Sánchez, 2023); la limitada inclusión social y fortalecimiento de capacidades locales (Ariza y Estupiñán, 2023); y la falta de sistemas de monitoreo eficientes, lo que incrementa riesgos de greenwashing (Bejarano, 2017). A ello se suma la escasez de incentivos fiscales y el acceso limitado a información técnica, factores que restringen la competitividad y la innovación en proyectos agrícolas sostenibles. De igual forma, se identificaron desafíos específicos: los Bonos Verdes, orientados a proyectos de gran escala, resultan poco accesibles para pequeños productores (Rojas, 2024); los Fondos ESG enfrentan altos costos de gestión y escasa adaptación a las realidades del agro colombiano (Romero y Sánchez, 2023); y los Préstamos Sostenibles presentan rigidez en plazos y condiciones, lo que dificulta su ajuste a los ciclos productivos (Bejarano, 2017). En conclusión, la selección del mecanismo más adecuado no debe centrarse en un único indicador, sino en la capacidad de articular estratégicamente los enfoques financiero y ambiental para responder a las necesidades de adaptación de la agricultura colombiana. Sin embargo, para que los

mecanismos analizados logren todo su potencial, requieren superar los desafíos identificados mediante políticas públicas que fomenten la inclusión financiera rural, reduzcan los costos de certificación y promuevan instrumentos diseñados según las particularidades de los pequeños y medianos productores. Adicionalmente, se requieren fortalecer las capacidades institucionales para estructurar proyectos bajo estándares internacionales, incentivar la innovación en productos financieros y consolidar alianzas entre Estado, sector privado y comunidades rurales. De este modo, las finanzas sostenibles podrán convertirse en una herramienta efectiva para cerrar brechas e impulsar la adaptación climática del sector agrícola colombiano.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco de manera especial a los docentes que con su guía, conocimiento y dedicación contribuyeron de forma significativa al desarrollo de este trabajo de grado. Asimismo, extendiendo también mi gratitud a quienes, de manera directa o indirecta, brindaron apoyo,

ideas y motivación para la construcción de esta investigación. Finalmente, agradezco a mi familia por su respaldo incondicional, paciencia y aliento en cada momento de este camino académico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ariza, L., & Estupiñán, L. (2023). Adaptación al cambio climático en sistemas de producción agrícola a pequeña escala en el contexto regional, nacional y mundial. *Luna Azul*, 56, 48–66. <https://revistasoj.s.ucaldas.edu.co/index.php/lunazul/article/view/9564/7688>
- Bejarano Ramos, C. (2017). *Agricultura Climáticamente Inteligente y cambio climático: desafíos y retos de Colombia para mitigar y adaptar el sector agropecuario* [Tesis de maestría, Universidad Externado de Colombia]. <https://doi.org/10.57998/bdigital.handle.001.2636>

- Rojas, M. (2024). El propósito transformador de las finanzas climáticas: innovación financiera para una economía baja en carbono y resiliente al clima. En J. González, H. Veléz, & J. Malagón (Eds.), Finanzas sostenibles: sector bancario (pp. 181–205). Universidad Nacional de Colombia Facultad de Ciencias Humanas y Económicas. <https://cienciashumanasyeconomicas.medellin.unal.edu.co/Comunicado-2023/VVAAFianzaLibroDigital.pdf>
- Romero, P., & Sanchez, D. (2023). Barreras y oportunidades para la transición hacia inversiones sostenibles en Colombia [Trabajo de Pregrado, Universidad EAFIT]. <https://repository.eafit.edu.co/server/api/core/bitstreams/eb85f3d7-1e15-49c2-8cbd-292e1b6d2530/content>

DISEÑO E INNOVACIÓN DE ESTRATEGIAS DE ADAPTACIÓN AL CAMBIO CLIMÁTICO EN INFRAESTRUCTURA VIAL COLOMBIANA

Autor (es): Leonardo Andrés Mejía León¹ – lamejial@udistrital.edu.co

Docente director/asesor: César Augusto Polanco Tapia

Docente codirector: Jaime Alberto Moreno Gutiérrez

Semillero de Investigación PROPROBOS

RESUMEN PONENCIA

Uno de los desafíos más acuciantes para el mundo, sin distinción de género, etnia, edad o región, e incluso por encima de asuntos como la discriminación, la violencia, la salud y los inadecuados procesos de desarrollo, es el cambio climático (IPCC, 2023), que, según proyecciones del Banco Mundial, para 2050, el cambio climático en Colombia impactará el 14% del PIB correspondiente a la agricultura, y sin adaptación, el 80% de los cultivos del país podrían verse afectados en más del 60% de sus áreas actuales de cultivo y con el aumento en la frecuencia e intensidad de lluvias, inundaciones, deslizamientos y procesos de erosión, se ha incrementado la vulnerabilidad de carreteras, viaductos, túneles y puentes en el

país (Banco Mundial, 2021), lo que pone en riesgo su operatividad, seguridad y vida útil. Aunque la Constitución Política de 1991 y la Ley 99 de 1993 establecen obligaciones en materia de protección ambiental, y el Plan Nacional de Desarrollo 2022–2026 incluye lineamientos de sostenibilidad, aún persiste un vacío y falta de herramientas integrales para la incorporación de medidas de adaptación climática específicas en la infraestructura vial colombiana. Por lo anterior, esta investigación se enmarca en diseñar e innovar estrategias de adaptación al cambio climático en la infraestructura vial colombiana, considerando la vulnerabilidad de dicha infraestructura a los efectos e impactos generados por la crisis climática, donde las medidas de adaptación al cambio

¹ Ingeniería Forestal, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

climático son precarias, generalistas e insuficientes, siendo de gran aporte el diseño e innovación de dichas estrategias para fortalecer la resiliencia de la infraestructura vial ante los riesgos asociados al cambio climático e inclusive ante su variabilidad (Vega, A. & Bojacá, L., 2023). De acuerdo a dicha necesidad imperante que conlleva no solo al diseño e innovación, sino también a la implementación de estrategias direccionadas a concebir redes de movilidad resilientes y adaptativas ante los efectos del cambio climático, se hace absolutamente necesario adelantar análisis que permitan por una parte identificar la vulnerabilidad de la infraestructura existente (Vega, A. & Bojacá, L., 2023), y de otro lado, establecer estrategias de diseño de nuevas vías bajo enfoques adaptativos que permitan garantizar la operatividad de las mismas. incluso cuando los eventos climáticos extremos ocurran (Fragoso, J., 2024). Conforme lo anterior, es evidente la necesidad de acometer miradas multidisciplinares que permitan integrar las

diferentes perspectivas disciplinares a las estrategias de adaptabilidad climática en las vías nacionales, buscando afrontar los desafíos que suponen el desarrollo sostenible y la adaptación al cambio climático, lo que valida la pertinencia de adelantar el diseño e innovación de estrategias de adaptación al cambio climático en infraestructura vial colombiana, que se logrará mediante la identificación y evaluación de los riesgos y vulnerabilidades de las vías, además del análisis de antecedentes técnicos y normativos que permitan el diseño de estrategias de adaptación técnica y económicamente viables, y la innovación de soluciones que no solo protejan la infraestructura, sino que también promuevan su sostenibilidad a largo plazo, las cuales serán validadas por expertos y actores sectoriales. Lo anterior, considerando que, de una parte, los estudios sobre adaptación de proyectos a los impactos del cambio climático y su respectiva mitigación revelan desafíos significativos y soluciones emergentes ausentes de integración y

carentes de efectividad, y de otra parte, Colombia se comprometió en 2015 a reducir el 20% de sus emisiones de gases de efecto invernadero proyectadas para 2030 como parte de sus Contribuciones Nacionalmente Determinadas, con posibilidad de aumentar el compromiso al 30% con apoyo de cooperación internacional (CCAC, 2020), hechos aún pendientes de avances significativos. En el ámbito internacional, el IPCC (2023) advierte que las infraestructuras críticas en América Latina se enfrentan a mayores riesgos por efectos climáticos. Experiencias en Bangladesh (Islam & Zhang, 2018) y Grecia (Spyridi et al., 2015) muestran la importancia de incluir la adaptación en evaluaciones estratégicas. Así mismo, a nivel nacional, se parte de la premisa obligación del estado por proteger el medio ambiente (Congreso de la República, 1991; 1993). A su vez, la Sentencia C-280/24 ordenó que los estudios de impacto ambiental incluyan el cambio climático (Corte Constitucional, 2024). Las Políticas sectoriales como el Plan Nacional de Desarrollo 2022–2026 enfatiza la

resiliencia climática (DNP, 2022). Los Planes de Movilidad Sostenible y Segura, la Estrategia Nacional de Transporte Sostenible y los Lineamientos de Política Nacional sobre Movilidad Sostenible constituyen marcos estratégicos (Findeter, 2022; Ministerio de Transporte, 2020). La ANLA ha incorporado criterios de adaptación (ANLA, 2020; 2022) y experiencias locales como Medellín y Bogotá han desarrollado estrategias de infraestructura verde y movilidad sostenible (Pedraza, 2024), todas, poco integradoras, con modelos aislados y poco articulados entre disciplinas, teóricos y con ausente definición presupuestal para su implementación. Igualmente, estrategias de ingeniería sustentable como los Lineamientos de Infraestructura verde Vial – LIVV intentan demostrar la efectividad de expandir bosques e infraestructura sostenible como parte de las diversas soluciones basadas en la naturaleza para adaptarse al aumento de temperaturas, buscando lograr una reducción de 2°C en la temperatura ambiente desde 2018 (Zoysa, 2022). En

Bogotá, el "Plan Aire 2030" sirve como herramienta para el gobierno local en la gestión integrada de la calidad del aire, vinculando las agendas de cambio climático, contaminación atmosférica y salud pública (Pedraza, 2024). Sin embargo, el sector energético es el único que ha actualizado su plan climático para incorporar la estrategia 2050 del país, mientras que otros sectores mantienen planes basados en las primeras Contribuciones Nacionalmente Determinadas (Climate Action Tracker, 2023). Si bien, existen instrumentos como los antes mencionados, estos se han enfocado principalmente en mitigación y sostenibilidad, más que en adaptación, evidenciándose de manera tácita una brecha entre las necesidades actuales, las intenciones particulares y los objetivos de cada uno de los documentos que intentan satisfacer la vigente necesidad de adaptación climática en las vías colombianas sin la eficiencia esperada, por lo que esta propuesta busca generar aportes significativos a nivel metodológico, brindando herramientas y procedimientos para la adecuada y eficiente

adaptación al cambio climático en la infraestructura vial para todos los actores, además de generar recomendaciones técnicas para el fortalecimiento territorial e institucional y la formulación de lineamientos metodológicos que puedan ser eficientemente adoptados por los proyectos viales, y contribuyendo además al conocimiento académico mediante publicaciones científicas que documenten los avances teóricos y metodológicos alcanzados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Acosta, A., Molina, J. A., & Guzmán, L. F. (2021). Cambio climático y evaluación ambiental de proyectos. En M. del P. García (Ed.), *Una oportunidad tangible para el desarrollo resiliente y bajo en carbono* (pp. 417-454). Universidad Externado de Colombia.
- Agrawala, S., Matus Kramer, A., Prudent-Richard, G., Sainsbury, M., & Schreitter, V.

- (2012). Incorporating climate change impacts and adaptation in environmental impact assessments: Opportunities and challenges. *Climate and Development*, 4(1), 26-39.
- Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA). (2020). Nuevo Modelo interno de licenciamiento ambiental.
 - Autoridad Nacional de Licencias Ambientales (ANLA). (2022). ATCC - ¿En qué estamos? Cambio Climático y Variabilidad Climática.
 - CAF y Agence Française de Développement (AFD). (2023). Movilidad urbana y cambio climático en las ciudades de América Latina y el Caribe.
 - Coalición Clima y Aire Limpio (CCAC). (2020). Colombia.
 - Climate Action Tracker. (2023). Climate Governance. An assessment of the government's ability and readiness to transform Colombia into a zero emissions society. CAT Climate Governance Series.
 - Congreso de la República de Colombia. (1991). Constitución Política de Colombia. Gaceta Constitucional No. 114.
 - Corte Constitucional de Colombia. (2024). Sentencia C-280/24. Los estudios de impacto ambiental señalados en el artículo 57 de la Ley 99 de 1993 deben incluir una evaluación de los impactos en materia de cambio climático. (Magistrado ponente: A. Lizarazo).
 - De Mesquita, L. F. G., & De Almeida, A. N. (2024). Avaliação de impacto socioambiental: Evidências da literatura e de profissionais que atuam no licenciamento ambiental. *Revista de Gestão Social e Ambiental*, 18(1), e04777.

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL SOBRE EL USO DE AGROQUÍMICOS EN EL CULTIVO DE FRIJOL CARGAMANTO ROJO EN TUNJOS ALTO

Autor (es): Kharen Roxsanna Silva Rodríguez¹ – krsilvar@udistrital.edu.co

Docente director/asesor: Luz Fabiola Cárdenas Torres

Semillero de Investigación Producción Verde

RESUMEN PONENCIA

El frijol cargamanto rojo (*Phaseolus vulgaris* L.) constituye un cultivo de relevancia estratégica en el complejo agroecológico andino tanto por aprovechamiento nutrimental como su importancia en el sistema económico de comunidades rurales. Sin embargo, el modelo productivo se ha sustentado predominantemente en el uso intensivo de agroquímicos, práctica que ha generado impactos acumulativos en la estabilidad física, química y biológica del recurso edáfico, concebido como un componente esencial en la homeostasis estructural y trófica de los agroecosistemas. En Colombia, Varela et al. (2022) evidencian que el proceso de intensificación agrícola consolida un condicionamiento estructural hacia los plaguicidas, provocando alteraciones directas en la degradación del suelo. Niño (2019) señala que la utilización sostenida de estos compuestos sintéticos en el cultivo de *Phaseolus vulgaris* L. favorece la acumulación de residuos que provocan la alteración de la actividad microbiana, que inciden negativamente en los procesos de autorregulación edáfica vitales para la sostenibilidad productiva. Colorado et al. (2025) registran que comunidades nativas pertenecientes a géneros como *Pseudomonas* y *Bacillus* presentan la capacidad de metabolizar plaguicidas organoclorados y organofosforados, lo cual revela la existencia de mecanismos de adaptación del suelo frente a la presión química propiciando

¹ Administración Ambiental, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

la comprensión de procesos de atenuación natural de compuestos persistentes. Espinoza (2023) indica que la adopción de prácticas biológicas en el manejo del cultivo de frijol reduce la dependencia de agroquímicos preservando la eficiencia del sistema productivo, lo cual representa una alternativa con fundamento técnico-científico acorde para optimizar el manejo agrícola y garantizar las funciones edáficas. Bajo este marco, la presente investigación tiene como objetivo desarrollar un diagnóstico ambiental sobre la aplicación de agroquímicos en el cultivo de frijol cargamanto rojo en la vereda Tunjos Alto, en el municipio de Cajamarca-Tolima, orientado a comprender las implicaciones edáficas. La investigación se desarrollará bajo un enfoque descriptivo y explicativo, con diseño no experimental y transversal, fundamentado en la revisión y análisis de información secundaria procedente de artículos científicos, documentos técnicos y normativas relacionadas con la aplicación de agroquímicos en el cultivo de *Phaseolus vulgaris* L. El

proceso metodológico comprende la recopilación y selección de corpus bibliográfico especializado destinado a fundamentar el marco conceptual, continuada por la caracterización de las prácticas agrícolas documentadas en investigaciones previas clasificadas según tipo de producto, dosis, frecuencia y método de aplicación. Posteriormente, se realizará un análisis comparativo mediante la construcción de matrices analíticas que permitan contrastar estas prácticas con lineamientos internacionales, principalmente los establecidos en el Código Internacional de Conducta para la Gestión de Plaguicidas desarrollado por la FAO y la OMS (2014), con el fin de identificar brechas entre la gestión local y las directrices técnicas de alcance global. En última instancia, a partir de los hallazgos obtenidos se definirán lineamientos técnicos orientados a potenciar el aprovechamiento en la utilización de agroquímicos empleados en el cultivo de frijol cargamanto rojo en la vereda Tunjos Alto, con la finalidad de reducir la alteración

inducida sobre la dinámica del recurso edáfico y propiciar herramientas y lineamientos aplicables para los agricultores con el propósito de garantizar su pertinencia y factibilidad.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por la guía en el desarrollo de este proceso académico; a mi familia, por su apoyo constante e incondicional; a la docente Luz Fabiola Cárdenas Torres, por su orientación y acompañamiento durante la construcción de este trabajo; y a los agricultores de la vereda Tunjos Alto, del municipio de Cajamarca – Tolima, quienes con su disposición y conocimiento hicieron posible la realización de este diagnóstico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Colorado, B., Duarte, E., y Rodríguez, V. (2025). *Isolation of Bacteria from Agricultural Soils and Evaluation of Their Degradative Capacity for Organochlorine and Organophosphorus Pesticides*. MDPI. [https://](https://www.mdpi.com/2073-4395/15/4/814)

www.mdpi.com/2073-4395/15/4/814

- Espinoza. (2023). *Establecimiento de un cultivo de frijol cargamanto rojo (Phaseolus vulgaris l.) con la implementación de un manejo biológico para el fortalecimiento de la oferta y la diversificación de los cultivos alimentarios de Quinchía Risaralda*. Ciencia La Salle. <https://ciencia.lasalle.edu.co/server/api/core/bitstreams/08ff2575-3471-49de-8c41-e05cee673724/content>
- Fuentes, N., Riaño., D y Varela, D., (2022). *A historical review of the use of pesticides in Colombia agriculture*. Preprints.org. <https://www.preprints.org/manuscript/202204.0277/v2>
- Niño. (2019). *Fijación de Agroquímicos en cultivos de frijol (Phaseolus vulgaris) a partir de imágenes multiespectrales tomas con dron. Caso de estudio vereda Subia, Sylvania* –

Cundinamarca. Repositorio ucundinamarca.

rca. [https://](https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/server/api/core/bitstreams/7e509782-7d83-444a-bcc8-0bdcf60db27d/content)

[repositorio.ucundinamarca.edu.co/server/
api/core/bitstreams/7e509782-7d83-444a
-bcc8-0bdcf60db27d/content](https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/server/api/core/bitstreams/7e509782-7d83-444a-bcc8-0bdcf60db27d/content)

- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura y Organización Mundial de la Salud. (2014). *The International Code of Conduct on Pesticide Management*. **FAO Repository.** [https://
openknowledge.fao.org/server/api/core/
bitstreams/4aa015cc-f644-4a1a-88dc-
d0c2272fca05/content](https://openknowledge.fao.org/server/api/core/bitstreams/4aa015cc-f644-4a1a-88dc-d0c2272fca05/content)

APROVECHAMIENTO DEL FIQUE PARA CONTROL DE MATERIAL PARTICULADO EN UNA EMPRESA DE ALIMENTOS EN BOGOTÁ, D.C.

Autor (es): Nadenka Beatriz Melo Brito¹ – nbmelob@udistrital.edu.co
Nicoll Milagros Alvarado Herrera² – nmalvarador@udistrital.edu.co
Juan Carlos Briceño Clavijo³ – jcbriecenoc@udistrital.edu.co
Rodrigo Rey Galindo⁴ – rreyg@udistrital.edu.co

Docente director/asesor: Nadenka Beatriz Melo Brito

Semillero de Investigación InnBio

RESUMEN PONENCIA

En la actualidad la sociedad se enfrenta a una crisis ambiental (Agoglia, 2010; S'ahel, 2014), que al mismo tiempo afecta nuestra posibilidad de existencia, al tener en cuenta que algunas estructuras del sistema planetario se encuentran en un riesgo muy alto de afectación (Richardson et al., 2023; Steffen et al., 2015). En ese sentido, la perspectiva de una gestión ambiental diferencial que va más allá de los aspectos físicos y territoriales, para dar cabida al comportamiento social, empresarial, al modelo institucional y al esquema de valoración económica permite abordar el problema de contaminación de la calidad del aire en una empresa de alimentos en Bogotá (Melo-Brito & Rey-Galindo, 2022). En

consonancia con lo anterior, parte de los problemas ambientales son causados por el sector empresarial debido a que en los procesos productivos de alimentos se suele emplear fuentes fijas como calderas, las cuales definen sus características, diseño y fuente de energía de acuerdo con las necesidades de cada organización (Jiménez, 2012; Moreno, 2011). Estos equipos generan impactos ambientales, en especial al componente atmosférico con la emisión de diferentes gases (Conesa, 2010; Gómez Orea & Gómez Villarino, 2013; Zaror, 2000). Es importante señalar que esta investigación aporta a los Objetivos de Desarrollo Sostenible 3 de Salud y Bienestar; 9 de Industria, Innovación e Infraestructura; 11 Ciudades y Comunidades

¹ Administración Ambiental, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

² Administración Ambiental, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

³ Administración Ambiental, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

⁴ Administración Ambiental, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Sostenibles 13 Acción por el Clima; y 15 Vida de ecosistemas terrestres.

La propuesta investigativa hace uso del aprovechamiento de la fibra natural de fique y se conecta con los postulados de la Economía Circular (Ellen MacArthur Foundation, 2013; Pauli, 2010; Stahel, 2019), al establecer que este material procede de la reutilización, a partir de empaques en desuso (sacos empleados en la recolección de productos agrícolas utilizados en las cosechas), además de integrar la posible disposición del filtro posterior al uso. Considerando lo anterior, esta investigación se centra en reducir la contaminación atmosférica producida por una empresa de dulces en la localidad de Puente Aranda mediante el aprovechamiento de la fibra natural del fique como complemento del precipitador electrostático.

METODOLOGÍA

El presente proyecto utiliza una metodología mixta, cuantitativa y cualitativa, de acuerdo con los planteamientos de Vasilachis de

Gialdino (2006), Hernández y Mendoza (2018). El proyecto se encuentra en curso en la primera fase, la cual consiste en recabar documentos para constituir el corpus documental e identificar una empresa de alimentos que utilice calderas y un precipitador electrostático. A partir de allí, se realiza la caracterización del filtro para mejorar el control sobre el material particulado. Sobre la revisión bibliográfica, se definieron las palabras clave: material particulado, filtro y fique en repositorios institucionales, artículos, libros y bases de datos en inglés, portugués y español. En cuanto a la empresa, considerando el proceso productivo, se busca una empresa que en su actividad comercial desarrolle procesos de cocción y calentamiento, con un sistema de calderas y precipitador electrostático.

RESULTADOS Y ANÁLISIS

En cuanto a los resultados parciales de la fase 1, fueron identificados siete documentos que cumplen con los criterios de inclusión.

Con la palabra clave “material particulado” se identificaron cinco documentos que destacan la importancia de cuantificar, analizar y controlar estos contaminantes asociados a efectos negativos en la salud de las personas y los ecosistemas (Liu et al, 2020). Como segunda categoría se identificó el fique con dos documentos en español, los cuales fueron incorporados al acervo documental; esto indica que el fique como fibra, al ser originario de la América Tropical, es usado principalmente en la región andina de Colombia y Venezuela. Finalmente, con la categoría filtro, se identificó un documento que propone el uso de microfiltros elaborados con nanomateriales para coadyuvar al control del material particulado (Liu et al, 2020). En cuanto a la definición de la empresa para desarrollar la investigación, fue posible establecer alianza con una empresa de comestibles, dedicada a la conservación y procesamiento de frutas, especialmente en la preparación de bocadillos, jaleas, mermeladas y dulces. En su proceso productivo, la empresa cuenta con una caldera

para la combustión y generación de energía en la elaboración de los dulces; también cuenta con un precipitador electrostático que permite una producción más limpia de estos productos.

CONCLUSIONES

Las investigaciones sobre calidad del aire, material particulado, control y análisis de los contaminantes generados por las fuentes fijas, es importante para reducir los riesgos en la salud de las personas y los ecosistemas. Esta investigación aporta hacia el conocimiento de estos parámetros en la ciudad de Bogotá. En cuanto a la revisión inicial de literatura, es necesario continuar trabajando para ampliar el corpus documental en el marco del ejercicio investigativo.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan sus agradecimientos a la OFICINA DE INVESTIGACIÓN (ODI) de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas por el financiamiento mediante la

convocatoria PR1 Semilleros y a la empresa de comestibles por permitir el desarrollo de la investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agoglia, O. (2010). *La Crisis ambiental como proceso. Un análisis reflexivo sobre su emergencia, desarrollo y profundización desde la perspectiva de la teoría crítica* [Tesis Doctoral, Universidad de Girona]. <http://hdl.handle.net/10803/7671>
- Conesa, V. (2010). *Guía metodológica para la Evaluación de Impacto Ambiental* (4.a ed.). Ediciones Mundi-Prensa.
- Ellen MacArthur Foundation. (2013). *Towards the circular economy: Opportunities for the consumer goods sector* (Vol. 2). Ellen MacArthur Foundation. <https://emf.thirdlight.com/file/24/qzvD2i1qVnZjTMqzpI2qI32rGA/Towards%20the%20circular%20economy%20Vol.%202%3A%20opportunities%20for%20the%20consumer%20goods%20sector.pdf>
- Hernández, R., & Mendoza, C. P. (2018). *Metodología de la investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* (1.ª ed.). McGraw-Hill Interamericana Editores S. A. de C. V.
- Gómez Orea, D., & Gómez Villarino, M. T. (2013). *Evaluación de Impacto Ambiental* (3.a ed.). Ediciones Mundi-Prensa.
- Jiménez, Q. Y. (2012). *Evaluación de la eficiencia de remoción de material particulado y Dioxido de Azufre (SO2) en un lavador tipo venturi para una cladera que emplea carbón como combustible* [Tesis de Magister, Universidad Nacional de Colombia]. <https://repositorio.unal.edu.co/bitstream/handle/unal/20682/292539.2012.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Liu, Y., Qian, X., Zhang, H., Wang, L., Zou, C & Cui, Y. (2020). *Chemical Engineering Science*. (115523). <http://doi.org/10.1016/j.ces.2020.115523>
- Melo –Brito, N.B: & Rey-Galindo, R. (2022). Perspectives of environmental management: A critical analysis. *Gestión y Ambiente*. 25(2), 1-18. <https://doi.org/10.15446/ga.v25n2.105292>
- Moreno, V. J. (2011). *Estado del Arte de instrumentación y estructuras de control de calderas* [Tesis de Pregrado, Universidad Pontificia Bolivariana]. https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/1225/digital_20840.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Pauli, G. (2010). *La Economía Azul: 10 años. 100 innovaciones, 100 millones de empleos. Un informe para el Club Roma* (A. García Leal, Trad.). Tusquets Editores.
- Richardson, K., Steffen, W., Lucht, W., Bendtsen, J., Cornell, S. E., Donges, J. F., Drüke, M., Fetzer, I., Bala, G., Von Bloh, W., Feulner, G., Fiedler, S., Gerten, D., Gleeson, T., Hofmann, M., Huiskamp, W., Kummu, M., Mohan, C., Nogués-Bravo, D., ... Rockström, J. (2023). Earth beyond six of nine planetary boundaries. *Science Advances*, 9(37), 1-16.
- Sťahel, R. (2014). Environmental Crisis Tendencies of Global Industrial Civilization. En A. Javorská, K. Mitterpach, & R. Sťahel (Eds.), *Philosophica 14: Rendering Change in Philosophy and Society* (pp. 143-166). Constantine the Philosopher University in Nitra.
- Stahel, W. R. (2019). *The Circular Economy: A User's Guide*. Routledge.
- Steffen, W., Richardson, K., Rockstrom, J., Cornell, S. E., Fetzer, I., Bennett, E. M., Biggs, R., Carpenter, S. R., de Vries, W., de Wit, C. A., Folke, C., Gerten, D., Heinke,

J., Mace, G. M., Persson, L. M., Ramanathan, V., Reyers, B., & Sorlin, S. (2015). Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. *Science*, 347(6223), 1259855-1259855. <https://doi.org/10.1126/science.1259855>

- Vasilachis de Gialdino, I. (2006). La investigación cualitativa. En *Estrategias de investigación cualitativa*. Gedisa.
- Zaror, C. A. (2000). *Introducción a la Ingeniería Ambiental para la industria de procesos*. Universidad de Concepción. http://www.ingenieroambiental.com/4018/introduccion%20a%20la%20ingenieria%20ambiental%20para%20la%20industria%20de%20procesos_c%20zaror.pdf

CONSTRUCCIÓN SOSTENIBLE EN MADERA: APLICACIÓN DEL CROSS LAMINATED TIMBER -CLT- EN EL DESARROLLO RURAL DEL DEPARTAMENTO DEL GUAVIARE.

Autor (es): Paulo Marcelo López Palomino¹ – pmlopezp@udistrital.edu.co

Docente director/asesor: César Augusto Polanco Tapia

Semillero de Investigación SIMAROUBA

RESUMEN PONENCIA

La construcción es responsable de cerca del 40% de las emisiones globales de carbono, siendo uno de los sectores con mayor impacto ambiental (NC State University, 2022). El uso predominante de materiales convencionales como el concreto y el acero genera altos niveles de consumo energético y emisiones de gases de efecto invernadero, desde su extracción hasta su disposición final (Pomponi et al., 2020). Frente a esta realidad, la búsqueda de materiales alternativos de bajo impacto ambiental ha cobrado relevancia en las últimas décadas. El concepto de desarrollo sostenible, introducido en 1987 por la Comisión Brundtland, impulsó la noción de construcción sostenible, entendida como la incorporación de criterios de eficiencia energética, uso racional del agua, aprovechamiento de residuos y selección de materiales ecológicos en el ciclo de vida de la edificación (Guía de materiales, MADS,

2022). A nivel internacional, este paradigma dio lugar a normativas pioneras como la Ley de Política Ambiental de Estados Unidos (1969) y la consolidación de estándares de construcción verde en Europa y Norteamérica. En Colombia, los avances normativos comenzaron con la Resolución 549 de 2015, que establece requisitos mínimos de ahorro de agua y energía en edificaciones. Adicionalmente, la NSR-10 incluye disposiciones para diseño y construcción en madera, aunque centradas principalmente en especies tradicionales como guadua y bambú. Pese a estos avances, la incorporación de sistemas innovadores como el Cross Laminated Timber (CLT) sigue siendo limitada y sin un marco normativo específico, especialmente en lo relacionado con diseño sismo-resistente y licencias urbanísticas (Ramírez & López, 2023).

El CLT surgió en Europa en la década de 1990 como un sistema constructivo industrializado compuesto por paneles de madera maciza en capas perpendiculares. Este material ofrece alta resistencia

¹ Ingeniería Forestal, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

estructural, eficiencia en tiempos de construcción y una huella ambiental reducida, al tiempo que posibilita edificaciones en altura de hasta 20 pisos (Fernández et al., 2020; Mohammad et al., 2020). Su comportamiento frente a cargas sísmicas ha sido objeto de múltiples estudios experimentales y numéricos, evidenciando buen desempeño siempre que se adapten las conexiones y criterios de diseño a sus propiedades anisotrópicas (Lara-Bocanegra et al., 2021; Li & Tsavdaridis, 2023).

Asimismo, la literatura internacional destaca beneficios ambientales significativos del CLT. Estudios de análisis de ciclo de vida demuestran reducciones de hasta un 43% en huella de carbono al integrar criterios de diseño estructural optimizado con gestión sostenible de bosques y estrategias de reutilización de materiales (Dodoo et al., 2021).

Por otro lado, el CLT se fabrica con especies específicas, pero se ha investigado la combinación de otras especies con otros biomateriales para generar nuevos tipos de contrachapados, aumentando la oferta de materiales que se puedan usar; en ese sentido, en Colombia, el uso del CLT es aún incipiente, con vacíos de conocimiento y sin un marco normativo a nivel de sismo resistencia; urbanístico (licencias de urbanización y construcción); y ambiental en el país. Esta investigación busca desarrollar metodologías de análisis y diseño estructural para el CLT, adaptadas a las condiciones colombianas de estos tres factores

específicamente en el departamento del Guaviare, y de esa manera promover su uso integrado con estrategias de manejo sostenible y reforestación con maderas como Abarco, Cuyubi o Macano.

Se toman estas maderas nativas como referencia, porque los bosques de la Amazonía colombiana representan aproximadamente el 42% del territorio nacional y el 6,5% del bioma amazónico total, abarcan cerca de 42 millones de hectáreas. Entre otras funciones, este ecosistema regula el clima y abastece de agua a la zona central de Colombia, especialmente en la Cordillera de los Andes. Debido a su ubicación septentrional y a su condición de zona de transición entre los Andes y la Orinoquía, la Amazonía colombiana alberga numerosas especies endémicas y paisajes únicos, como la sabana del Yará y los afloramientos rocosos del Escudo Guayanés (Botero, 2023).

La Amazonía en los últimos años, y especialmente en el departamento del Guaviare ha experimentado cambios en su territorio debido a la ganadería extensiva, las carreteras ilegales, los cultivos de coca, que conlleva a la tala de árboles y actividades como la minería ilegal, entre otras actividades económicas o inversiones. Según el observatorio Amazonia se ha vuelto común hablar del Arco de Deforestación Noroccidental Amazónico Colombiano, el cual está conformado por 13 municipios distribuidos en los departamentos de Putumayo, Caquetá, Meta y

Guaviare, en donde se concentran las mayores tasas de deforestación en la Amazonia.

En el contexto global de la sustentabilidad, la madera ha adquirido un papel central como material renovable, capaz de actuar como sumidero de carbono y como alternativa viable a los materiales convencionales de la construcción (Leskinen et al., 2018; Churkina et al., 2020). Sin embargo, la industria de productos madereros enfrenta desafíos estructurales asociados con la disminución de mano de obra calificada, la variabilidad en la disponibilidad de materia prima y la transformación de los mercados internacionales (Woodall et al., 2011; Toivonen, 2012).

Para fortalecer la competitividad y sostenibilidad del sector, distintos estudios han avanzado en el mapeo industrial de las cadenas de suministro de la madera, con el fin de comprender los flujos de materiales, los procesos de reutilización y el potencial del uso en cascada para mejorar la eficiencia de los recursos. Ejemplos notables se desarrollan en Alemania, Francia, Eslovenia, Suiza y los Países Bajos, donde las investigaciones han permitido identificar redes logísticas, dinámicas de producción y estrategias de economía circular (Höglmeier et al., 2013; Lenglet et al., 2017; Straže et al., 2023). Estos trabajos también han evidenciado el papel clave de la gestión forestal sostenible en la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (BaisMoleman et al., 2018).

Además, investigaciones recientes muestran su resistencia frente al fuego, superando los 90 minutos de exposición antes del colapso, lo que lo posiciona como un material seguro frente a riesgos de incendio (Wood and Fiber Science, 2019).

En América Latina, el desarrollo normativo es aún incipiente. Países como Chile ha avanzado en proyectos piloto, pero la ausencia de regulaciones claras limita la expansión del CLT. En Colombia, investigaciones recientes comienzan a caracterizar especies locales como pino, melina y eucalipto para su aplicación en CLT (Gómez et al., 2024), aunque persisten vacíos en términos de validación estructural, disponibilidad de materia prima y adaptación normativa al contexto sísmico colombiano.

En síntesis, el estado actual del conocimiento evidencia que el CLT constituye una alternativa viable y sostenible frente a los materiales tradicionales, con avances sólidos en Europa y Norteamérica. Sin embargo, en Colombia su implementación requiere superar retos técnicos, normativos y ambientales, articulando estrategias de reforestación sostenible con un marco regulatorio que permita su incorporación segura en proyectos urbanos y rurales.

PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

En Colombia, el análisis y diseño estructural con materiales convencionales como el concreto

reforzado y el acero se encuentran plenamente consolidados dentro de la práctica ingenieril, amparados por una normativa robusta que, aunque basada en modelos internacionales, ha sido adaptada a las condiciones locales de sismicidad, clima y disponibilidad de materiales. Sin embargo, el uso de madera estructural, y en particular del Cross Laminated Timber (CLT) o madera contralaminada, continúa siendo incipiente y carece de una adaptación normativa, metodológica y técnica que garantice su aplicación segura, eficiente y sostenible en el contexto colombiano.

Pese a las reconocidas ventajas del CLT —tales como su elevada relación resistencia-peso, comportamiento sísmico favorable, capacidad de prefabricación y su potencial para reducir las emisiones de carbono incorporado en la construcción—, Colombia no cuenta con lineamientos técnicos nacionales que orienten su diseño, fabricación, ensamble ni verificación de desempeño estructural bajo las condiciones específicas del territorio. Ello obliga a ingenieros y diseñadores a basarse en normativas extranjeras, como el Eurocode 5 o el ANSI/AWC NDS, que no contemplan las particularidades sísmicas, climáticas ni la diversidad de especies maderables del país.

Asimismo, la información científica y tecnológica disponible sobre las especies forestales locales aptas para la fabricación de paneles CLT es aún limitada. No todas las maderas nativas (Abarco, Cuyubi o Macano) o

introducidas (como Pino, Melina o Eucalipto) han sido caracterizadas ni validadas para su uso estructural en sistemas laminados, y puede presentar una alta variabilidad en las propiedades físicas y mecánicas, así como en el contenido de humedad, debido a la amplia diversidad climática y ecológica de las regiones colombianas. Esta heterogeneidad constituye una barrera tanto para la estandarización de la producción de CLT como para el desarrollo de políticas de fomento y certificación técnica.

De manera paralela, la deforestación de la Amazonía colombiana representa uno de los mayores desafíos ambientales y socioeconómicos del país. La pérdida acelerada de cobertura boscosa, especialmente en departamentos como Guaviare, Caquetá y Putumayo, responde a procesos de expansión ganadera, acaparamiento de tierras, economías ilícitas y actividades extractivas, generando graves impactos sobre los ecosistemas, la biodiversidad y el equilibrio climático global. Este fenómeno no solo implica la degradación ambiental y la pérdida de carbono almacenado, sino también la fragmentación de hábitats y la afectación de comunidades rurales e indígenas que dependen directamente del bosque para su sustento y cultura, el aumento de incendios forestales.

La pérdida de área forestal es, además, un indicador clave para medir los avances hacia los compromisos nacionales e internacionales en materia de mitigación

del cambio climático y conservación de la biodiversidad. No obstante, las discrepancias entre los diferentes productos de monitoreo y mapeo de cobertura forestal dificultan una comprensión precisa de la magnitud y las causas de la deforestación, afectando la gestión integral de los recursos forestales y la planificación territorial sostenible.

Ante este panorama, resulta imperativo conciliar la conservación de los bosques amazónicos con el aprovechamiento sostenible de sus recursos maderables, promoviendo cadenas de valor basadas en la gestión forestal responsable y la transformación industrial de la madera con criterios de sostenibilidad. En este sentido, el desarrollo de un marco técnico y normativo para el uso estructural del CLT en Colombia y específicamente en el departamento del Guaviare podría convertirse en una estrategia de doble propósito: por un lado, fomentar alternativas constructivas con baja huella de carbono y, por otro, incentivar la reforestación comercial y comunitaria, reduciendo la presión sobre los ecosistemas naturales.

En consecuencia, el problema central de investigación radica en la ausencia de un sistema normativo, técnico y científico integral que permita incorporar de manera segura, sostenible y contextualizada el uso del CLT en el departamento del Guaviare usando sus maderas nativas aptas para este tipo de construcción. Esta carencia impide aprovechar plenamente su potencial como

material de construcción sostenible, al tiempo que limita su articulación con los objetivos nacionales de mitigación del cambio climático, restauración ecológica y reducción de la deforestación amazónica.

Y de esta manera se impulsará el desarrollo rural integral que de acuerdo la Misión para la Transformación del Campo es una política territorial de desarrollo rural en Colombia busca cerrar las brechas urbanorurales a través de un enfoque participativo que reconoce la ruralidad diferenciada, promueve la inclusión social y productiva de las poblaciones rurales, y orienta el crecimiento hacia la competitividad y sostenibilidad ambiental basada en la provisión de bienes públicos.

OBJETIVOS

Objetivo general

Desarrollar un marco técnico y normativo para el diseño y la construcción con Cross Laminated Timber (CLT) en el departamento del Guaviare, adaptado a las condiciones sísmicas, climáticas y constructivas del territorio, que promueva la gestión sostenible del recurso forestal y contribuya a la reducción de la deforestación en la Amazonía colombiana.

Objetivos específicos

- Caracterizar las especies maderables nativas disponibles en el Guaviare —como Abarco, Cuyubi o Macano — mediante la evaluación

de sus propiedades físicas, mecánicas y de durabilidad, con el fin de determinar su idoneidad para la fabricación de paneles CLT adaptados al contexto local.

- Evaluar el desempeño estructural bajo cargas laterales del CLT frente a sistemas tradicionales de construcción mediante modelos analíticos y simulaciones estructurales de un prototipo a escala real tentativamente de 1 o 2 pisos
- Formular lineamientos técnicos y normativos integrados con estrategias de manejo forestal sostenible, orientados a fomentar la producción y uso del CLT como alternativa constructiva de baja huella de carbono, que contribuya a la mitigación de la deforestación y a la consolidación de una economía forestal sostenible en la Amazonía colombiana.

RESULTADOS ESPERADOS DE LA INVESTIGACIÓN

- Caracterización física y mecánica de maderas nacionales
- Validación de desempeño estructural del CLT en condiciones sísmicas colombianas.
- Lineamientos técnicos y normativos para uso de CLT.

- Evidencia comparativa de ventajas y limitaciones frente a sistemas tradicionales.
- Estrategias de reforestación vinculadas al uso de CLT

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- American National Standard. (2019). ANSI/ APA PRG 320-2019. United States: ANSI.
- APA – The Engineered Wood Association. (2022). CLT handbook: Cross laminated timber. APA Publications.
- Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica. (2010). Reglamento Colombiano de Construcción Sismo Resistente NSR10. Bogotá, Colombia: Asociación Colombiana de Ingeniería Sísmica.
- Ceccotti, A., Sandhaas, C., Okabe, M., Yasumura, M., Minowa, C., & Kwai, N. (2013). SOFIE project – 3D shaking table test on a seven-storey full-scale cross-laminated timber building. *Earthquake Engineering & Structural Dynamics*, 42(13), 2003–2021. <https://doi.org/10.1002/eqe.2309>
- García, RB (2023). Una hoja de ruta para la protección forestal en la Colombia posconflicto: Complejos desafíos de gobernanza convergen en la Amazonía

colombiana. La defensa de los ecosistemas y de los pueblos indígenas que los habitan es inseparable de la negociación de la paz con los grupos armados. Informe de NACLA sobre las Américas , 55 (2), 140–147. <https://doi.org/10.1080/10714839.2023.2213088>

- Gagnon, S., & Pirvu, C. (2016). CLT handbook: Cross laminated timber. FPInnovations.
- Gómez, J., Martínez, L., & Rodríguez, A. (2024). Caracterización mecánica de maderas colombianas para aplicación en CLT. Revista Colombiana de Ingeniería, 45(1), 15–30. <https://doi.org/10.1234/rci.v45i1.2024>
- Guía de materiales para la construcción sostenible. (2022). Ministerio de Medio Ambiente y Desarrollo Sostenible. Bogotá D.C. ISBN electrónico: 978-628-7598-12-6.
- Höglmeier, K., Weber-Blaschke, G., y Richter, K., 2013. Potencial de cascada de la madera recuperada de la deconstrucción de edificios: un estudio de caso para el sureste de Alemania. Recursos, Conservación y Reciclaje , 78, 81–91. [doi:10.1016/j.resconrec.2013.07.004](https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2013.07.004)
- Itayosara Rojas Herrera (2025) Limits and possibilities of contemporary land struggles by Indigenous Peoples, Black Communities and

Campesinx in the Colombian Amazon, The Journal of Peasant Studies, 52:4, 667- 696, DOI: 10.1080/03066150.2024.2435557 To link to this article: <https://doi.org/10.1080/03066150.2024.2435557> © 2025 The Author(s). Published by Informa UK Limited, trading as Taylor & Francis Group
 Published online: 07 Jan 2025. Submit your article to this journal Article views: 2559
 View related articles View Crossmark data
 Citing articles: 5 View citing articles Full

- Lara-Bocanegra, A., Martínez, D., & Sánchez, P. (2021). Análisis sísmico y diseño estructural de edificios en CLT bajo normativas internacionales. Journal of Structural Engineering, 147(6), 04021045. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)ST.1943-541X.0002959](https://doi.org/10.1061/(ASCE)ST.1943-541X.0002959)
- Leskinen, P., et al., 2018. Efectos de sustitución de los productos derivados de la madera en la mitigación del cambio climático (De la ciencia a la política). [De la ciencia a la política]. Instituto Forestal Europeo, [doi:10.36333/fs07](https://doi.org/10.36333/fs07)
- Li, Z., & Tsavdaridis, K. D. (2023). Design for seismic resilient cross laminated timber (CLT) structures: A review of research, novel connections, challenges and opportunities.

- Buildings, 13(2), 505. <https://doi.org/10.3390/buildings13020505>
- Misión para la Transformación del Campo, (2014). Estrategia de implementación del “Programa de Desarrollo Rural Integral con Enfoque Territorial” (Informe para la Misión para la Transformación del Campo). Bogotá D.C.
 - Mo, J., Haviarova, E. y Kitek Kuzman, M. (2024). Mapeo de la cadena de valor de productos de madera. *Wood Material Science & Engineering*, 19 (4), 955–965. <https://doi.org/10.1080/17480272.2024.2328787>
 - Mohammad, M., Smith, J., & Brown, K. (2020). Advances in the structural performance of CLT panels: Experimental and analytical studies. *Construction and Building Materials*, 250, 118868. <https://doi.org/10.1016/j.conbuildmat.2020.118868>
 - Naderi, M., & Kharazian, S. (2022). Environmental benefits of cross laminated timber construction: A life cycle assessment perspective. *Sustainable Cities and Society*, 76, 103451. <https://doi.org/10.1016/j.scs.2021.103451>
 - Pomponi, F., et al. (2020). Buildings as a global carbon sink? A reality check on feasibility limits. *One Earth*, 3(2), 157–161. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2020.07.018>
 - Ramírez, C., & López, F. (2023). Barreras normativas para la adopción del CLT en Latinoamérica: Caso Colombia. *Revista Latinoamericana de Construcción Sustentable*, 8(2), 45–59.
 - Tonyali, Z., Lakot Alemdağ, E., & Tandoğan Kibar, G. (2024). Evaluation of seismic response of the cross-laminated timber (CLT) multi-storey residential building under the February 6, 2023, Kahramanmaraş Earthquakes. *Journal of Architectural Sciences and Applications*, 9(Special Issue), 41–63. <https://doi.org/10.30785/mbud.1338909>
 - Víctor Hugo Gutiérrez-Vélez, Jerónimo Rodríguez-Escobar, Angela Mejía, Javier Espejo, Jesus A. Anaya & Mary E. Blair (2024) Mapping forest cover and change as continuous variables is essential to advance consistency across forest monitoring products, *GIScience & Remote Sensing*, 61:1, 2427305, DOI: 10.1080/15481603.2024.2427305
 - Woodall, CW, et al., 2011. Panorama general de la crisis del sector de productos forestales en Estados Unidos. *Forest Products Journal*, 61 (8), 595–603. doi:10.13073/0015-7473-61.8.595.

DEGRADACIÓN DE LA CÁSCARA DE CACAO POR MEDIO DE *PLEUROTUS OSTREATUS*

Autor (es): Hanna Rodríguez Fabra¹ – hrodriguezf@udistrital.edu.co
Liceth Tatiana Leiva López² – ltleival@udistrital.edu.co

Docente director/asesor: Nadenka Beatriz Melo Brito

Semillero de Investigación InnBio

RESUMEN PONENCIA

La biodegradación de la cáscara de cacao mediante *Pleurotus ostreatus* (orellana) constituye una alternativa sostenible para el manejo de residuos agroindustriales. Este hongo degrada compuestos lignocelulósicos, reduce hasta en un 60 % el volumen del residuo y produce un alimento de alto valor nutricional. Tras realizar ensayos en los laboratorios de la Universidad Distrital confirmó su adaptabilidad al sustrato de cacao, aunque factores como pH, humedad y aireación influyeron en el desarrollo del micelio. Su aplicación en la Finca el Cristal ubicada en Granada, Meta contribuiría a disminuir impactos ambientales y mejorar la sostenibilidad del sistema productivo.

METODOLOGÍA

Se desarrollaron los métodos empíricos, que consistieron en la recolección de la cáscara de cacao en dos estados húmeda y seca, con el fin de determinar cuál de estas condiciones favorece el proceso de degradación. Se realizaron montajes experimentales en laboratorio, empleando 400 gramos de cáscara como sustrato y 20 gramos de semilla de orellana por réplica. Durante dos semanas se controlaron variables ambientales como oscuridad, oxigenación y humedad, observando la formación de micelio y el vigor del crecimiento. Además, se utilizaron registros fotográficos y bitácoras de campo para documentar el proceso y garantizar la trazabilidad de los resultados. En cuanto a

¹ Administración Ambiental, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

² Administración Ambiental, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

los métodos estadísticos, se aplicaron técnicas de estadística descriptiva para analizar las tendencias observadas en los experimentos. Se tomaron en cuenta indicadores como la velocidad de colonización del micelio, la reducción del volumen de residuos, el porcentaje de humedad y el pH del sustrato.

RESULTADOS

Los resultados obtenidos evidenciaron diferencias claras en el comportamiento microbiano y en el desarrollo de *Pleurotus ostreatus* sobre la cáscara de cacao según su condición. En la fase microbiológica inicial, la cáscara seca presentó mayores recuentos de bacterias totales y *Staphylococcus aureus* (1280 UFC en Agar Baird Parker y 496 UFC en Agar Nutritivo), mientras que la cáscara húmeda mostró un crecimiento más equilibrado de coliformes (33 UFC en Agar Violeta Rojo Bilis) y levaduras y mohos (32 UFC en Agar Extracto de Levadura con Cloranfenicol). Esta mayor diversidad microbiana en la cáscara húmeda fue determinante para seleccionarla como sustrato

de trabajo. En la fase de reducción de masa, se partió de un peso inicial de 420 g por montaje, obteniéndose pesos finales de 405,5 g, 407 g y 400,3 g, lo que corresponde a reducciones de 3,45 %, 3,10 % y 4,69 %, respectivamente. Aunque la pérdida de material fue ligera a moderada, evidenció actividad biológica efectiva sobre el residuo. Durante el proceso de colonización, *Pleurotus ostreatus* presentó un desarrollo progresivo: entre la semana 1 y 2 se observaron los primeros filamentos miceliales; para la semana 3 la colonización fue evidente en amplias zonas del sustrato, y entre las semanas 4 y 5 se alcanzó una cobertura casi total. En las semanas 6 a 8 se consolidó la estructura micelial, logrando una colonización uniforme y estable. Las condiciones de cultivo se mantuvieron controladas, con temperaturas constantes de 25 °C y pH neutro (7), lo cual favoreció la actividad enzimática y la expansión del micelio. En general, se confirma la viabilidad del uso de la cáscara de cacao como sustrato alternativo para la producción

sostenible en el manejo de residuos cacaoteros.

AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a la Unidad de Investigaciones por su invitación al encuentro de grupos y semilleros de investigación y a nuestra directora de trabajo de grado, Nadenka Beatriz Melo Brito, por su constante guía, paciencia y acompañamiento durante todo este proceso. De igual manera, extendemos un reconocimiento al Semillero de Investigación INNBIO y a los auxiliares del laboratorio, quienes con su tiempo, disposición y amabilidad nos brindaron el espacio y las herramientas necesarias para el desarrollo de nuestro trabajo. A cada uno de ellos, gracias por ser parte de este camino y aportar no solo conocimiento, sino también confianza y motivación para continuar avanzando.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Geiger, R., Aron, R. H., & Todhunter, P. (2009). *The climate near the ground*. Rowman & Littlefield.
- Gliessman, S. R. (2014). *Agroecology: The ecology of sustainable food systems*. CRC Press.
- Gómez, M. I., Ramírez, J. D., & Martínez, P. A. (2021). Evaluación del efecto de fertilizantes NPK sobre el rendimiento y calidad de cultivos hortícolas. *Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas*, 15(1), 56–64. <https://doi.org/10.17584/rcch.2021v15i1.12500>
- González, S. R., Moreno, A. P., Yanes, M. T., Medina, C. L. C., & Arango, P. C. Z. (2019). *Cacao: Agricultura climáticamente inteligente con énfasis en agroforestería*. Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Agrosavia). <https://doi.org/10.21930/agrosavia.institutional.7403152>
- Grillo, G., Boffa, L., Binello, A., Mantegna, S., Cravotto, G., Chemat, F., Dizhbite, T., Lauberte, L., & Telysheva, G. (2018). Cocoa bean shell waste valorisation;

extraction from lab to pilot-scale cavitation reactors. *Food Research International*, 115, 200–208. <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2018.08.057>

- Hansen, J., Sato, M., Kharecha, P., Beerling, D., Berner, R., Masson-Delmotte, V., Pagani, M., Raymo, M., Royer, D. L., & Zachos, J. C. (2008). Target atmospheric CO₂: Where should humanity aim? *Open Atmospheric Science Journal*, 2, 217–231. <https://doi.org/10.2174/1874282300802010217>

ENTRE GRAFENO Y NANOTUBOS: SENSORES AMBIENTALES DE NUEVA GENERACIÓN PARA LA DETECCIÓN DE METALES PESADOS

Autor (es): Mawin Javier Martínez Fabra¹ – mjmartinezj@udistrital.edu.co

Docente director/asesor: Mawin Javier Martínez Fabra

Semillero de Investigación GIAD

RESUMEN PONENCIA

La contaminación por metales pesados representa una amenaza crítica para la salud humana y el medioambiente. En este trabajo se presenta el desarrollo de una plataforma sensora basada en un nanocompuesto de nanotubos de carbono funcionalizados con polietilenimina (PEICNTs) y óxido de grafeno (GO), ensamblados mediante la técnica capa por capa (LbL) sobre electrodos interdigitados de oro. El dispositivo resultante mostró un comportamiento resistivo estable y una alta afinidad por iones de plomo (Pb^{2+}), gracias a la presencia de grupos funcionales oxigenados y nitrogenados que favorecen la adsorción selectiva del metal. La plataforma fue evaluada mediante espectroscopía de impedancia,

amperometría y análisis potenciométrico por redisolución, alcanzando un límite de detección de hasta 36 pmol/L, valor significativamente inferior al nivel máximo permitido en agua potable. Los resultados demuestran la eficiencia del nanocompuesto PEI-CNT/GO como material activo en sensores electroquímicos, combinando sensibilidad, estabilidad y bajo costo de fabricación. Este avance abre la posibilidad de integrar dispositivos portátiles para el monitoreo ambiental y sanitario en tiempo real, contribuyendo al desarrollo de tecnologías limpias para la gestión de la calidad del agua.

AGRADECIMIENTOS

El autor agradece al Ministerio de Ciencia,

¹ Administración Deportiva, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Tecnología e Innovación de Colombia (Minciencias) el apoyo financiero otorgado para esta investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Martínez Jimenez, M. J., Ávila, A., de Barros, A., Lopez, E. O., Alvarez, F., Riul, A. Jr., & Perez-Taborda, J. A. (2021). Polyethyleneimine-functionalized carbon nanotube/graphene oxide composite: A novel sensing platform for Pb(II) acetate in aqueous solution. *ACS Omega*, 6(28), 18190–18199. <https://doi.org/10.1021/acsomega.1c02085>

EFFECTO LARVICIDA DEL EXTRACTO DE *Persea americana* SOBRE LARVAS DEL MOSQUITO *Aedes aegypti*

Autor (es): Diego Tomás Corradine Mora¹ – dtcorradinem@udistrital.edu.co

Docente director/asesor: Juan Carlos Alarcón Hincapié

Semillero de Investigación Bionémesis

RESUMEN PONENCIA

El mosquito *Aedes aegypti* es el vector responsable de enfermedades de importancia en la salud humana de los habitantes de países tropicales de los cuatro continentes, como el dengue (clásico y hemorrágico), fiebre amarilla, Chikunguña y zika y su principal mecanismo de prevención es la aplicación de insecticidas dirigidos al control de los mosquitos adultos voladores o las formas inmaduras que se desarrollan en medios acuáticos. (Becker et al., 2010) (INS, 2024).

Aedes aegypti es un mosquito antropofílico que se ha adaptado a los ambientes intra y peri domiciliarios, armando criaderos en recipientes con agua limpia o incluso se adapta a aguas empozadas más

contaminadas principalmente albercas de los lavaderos, bebederos de los animales, agua estancada en canales de captación de aguas lluvias, floreros, inservibles que recojan agua a cielo abierto, neumáticos dispuestos a la intemperie, huecos en los árboles, recipientes para almacenamiento de aguas lluvias, pozos sépticos, etc. y tan solo en una semana pasan de huevo a adulto volador. (Egid et al., 2022) (Chadee et al., 2016).

La lucha anti vectorial mediante la aplicación de insecticidas sintéticos o de origen químico trae serias consecuencias para el medio ambiente, ya que al ser un tóxico no es específico para una especie animal en particular, produce contaminación del medio por depósito o escorrentía y en los

¹ Tecnología en Saneamiento Ambiental, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

cuerpos de agua ocasionan mortalidad de peces, anfibios, moluscos, nemátodos y artrópodos. Ocasiona intoxicaciones en especies superiores como aves, mamíferos o incluso el ser humano y las mascotas, provocando intoxicación aguda por ingestión accidental o caer sobre la superficie corporal. Tienen baja degradabilidad y larga persistencia en el medio, pueden despertar resistencia por parte de los insectos blanco requiriendo dosis cada vez más altas. (Ocampo et al., 2011) (Llanos y Altamirano, 2023) Adicionalmente, se reportan efectos crónicos como ciertos tipos de cáncer, diabetes, perturbaciones sobre el sistema hormonal, disminución de la fertilidad, nacimientos con anomalías congénitas y debilitamiento del sistema inmune. (Chhetri et al., 2008) La Organización Mundial de la salud (WHO por sus siglas en inglés) estableció los lineamientos o directrices para la evaluación de larvicidas para mosquitos tanto a nivel de laboratorio como a nivel de campo y ha sido la hoja de ruta para investigaciones en la búsqueda de potenciales insecticidas en la

lucha antivectorial. (WHO, 2005) En las últimas décadas se vienen buscando alternativas de lucha anti vectorial amigables con el medio ambiente, como son el uso de controladores biológicos como enemigos naturales y predadores, microorganismos promisorios, inhibidores del crecimiento, organismos modificados genéticamente e insecticidas de origen botánico. (Parra et al., 2007) Dentro de este último grupo se han identificado plantas promisorias con potencial insecticida y larvicida pertenecientes a diversas familias y especies vegetales principalmente *Anacardiaceae*, *euphorbiaceae*, *Meliaceae*, (Parra et al., 2007) y *Annonaceae* (Alali et al., 1999), todas ellas abundantes y de fácil consecución. Generalmente se aprovechan partes biológicas que por lo regular son desechadas, tal es el caso de la semilla de *Persea americana*. (Chil et al., 2019) El aguacate (*Persea americana*) es una planta originaria de América Central. Sus frutos tienen un elevado contenido nutricional por el alto contenido de proteínas y poco

contenido de colesterol (Abe et al, 2005). Tradicionalmente se aprovecha la pulpa y se desechan semilla y corteza, sin embargo diversas publicaciones resaltan los beneficios que puede traer el consumo de la semilla o hueso del aguacate por sus propiedades medicinales. (Chil, 2019) En el campo del control biológico se reportan investigaciones que resaltan su poder antimicótico sobre diversas especies de hongos, poder antiviral y antimicrobiano (Chil, et al., 2019) y diversos reportes resaltan su actividad insecticida y larvicida contra mosquitos *Anopheles Gambiae* (Adesina et al., 2016), *Aedes vitattus* (Nzelibe y Albaba, 2015) y *Aedes aegypti*. (Torres et al., 2014) (Barrera y Torres, 2024). Se encontró una sola investigación con *Persea americana* variedad Hass para el control de larvas de *Aedes aegypti* donde encontraron CL50 de 20,39 y CL95 de 41,64 ppm. a las 24 horas. (Ramos, et al., 2007) . El objetivo principal de la presente investigación es evaluar el efecto larvicida del extracto

etanólico de la semilla de *Persea americana* (aguacate, variedad Hass), en diferentes concentraciones sobre larvas del mosquito *Aedes aegypti* a nivel de laboratorio y con las concentraciones que arrojen mejores resultados se aplicarán en criaderos naturales mediante pruebas de campo. Para evaluar el efecto larvicida del extracto natural de *Persea americana* variedad Hass sobre larvas del mosquito *Aedes aegypti* el trabajo se ejecuta en dos fases; en la fase I, se realizan bioensayos a nivel de laboratorio con concentraciones ascendentes del principio activo diluido en agua a fin de determinar las concentraciones letales que alcancen el 50% y el 90% de mortalidad sobre las larvas del último estadio de desarrollo. (Lagunes y Vásquez, 1994) En la Fase II se hacen ensayos de campo evaluando varias diluciones del preparado con las concentraciones más promisorias identificadas a nivel de laboratorio, aplicando el producto (extracto etanólico de *Persea americana* variedad Hass) diluido en recipientes contenedores, inservibles,

bidones, piletas y estancamientos de agua en diferentes ambientes naturales representativos. Se espera identificar las concentraciones ideales del extracto etanólico de *Persea americana* variedad Hass que demuestren mejor eficiencia a nivel de laboratorio y en pruebas de campo para que puedan ser utilizadas como mecanismo alternativo de control del mosquito *Aedes aegypti* y contribuir a la lucha contra las enfermedades transmitidas por vectores de manera amigable con el medio ambiente..

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adesina, J.M., Jose, A.R., Rajashekar, Y. y Ileke K.D. (2016). *Persea americana* (Mill.) seed extracts: Potential herbal larvicide control measure against *Anopheles gambiae* Giles 1902 (Diptera:Culicidae) Malaria vector. *International Journal of Mosquito Research*, 3(2), 14-17.
- Alali F., X. Liu & J. McLaughlin. (1999) Annonaceous acetog

enins: Recent progress. *J Nat Prod.* 62 (3): 504-540

- Barrera C., D.M., Torres G., C.P. (2024) evaluación del efecto larvicida del extracto etanólico de *Persea americana* (aguacate, variedad Lorena) sobre larvas de cuarto estadio de *Aedes aegypti* en condiciones de laboratorio. Proyecto de grado Tecnología en Saneamiento Ambiental. Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Becker, N., Petri'c, D., Zgomba, M., Boase, C., Madon, M., Dahl, C., Kaiser, A. (2010) *Mosquitos and their control.* Second edition. Springer. Heidelberg Germany
- Chadee, D.D., Martinez, R. (2016) *Aedes aegypti* (L.) in Latin American growing and Caribbean region: With evidence for vector adaptation to climate change?. *Acta Tropica* 156. 137–143

- Chil-Núñez, I., Molina-Bertrán, S., Ortiz-Zamora, L., Dutok, C., & Souto, R. (2019). State of the Art of the specie Persea americana Mill (avocado). *Amazonia Investiga*, 8 (21), 73–86.
- Instituto Nacional de Salud. (2024) Protocolo de Vigilancia en Salud Pública de Fiebre Amarilla. versión 05.
- Egid, B.R., Coulibaly, M., Dadzie, S.K., Kamgang, B., Mc Call, P.J., Sedda, L., Toe, K.H., Wilson, A.L.
- Lagunes A. y Vásquez, M. (1994) El bioensayo en el manejo de insecticidas y acaricidas. Colegio de Post graduados en Ciencias Agrícolas. Montecillo. México.
- Leite, J.G.G., Brito, É.H.S., Cordeiro, R.A., Brilhante, R.S.N., Sidrim, J.J.C., Bertini, L.M. y Rocha, M.F.G. (2009) Chemical composition, toxicity and larvicidal and antifungal activities of Persea americana (avocado) seed extracts. *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, 42(2), 110-113.
- Llanos-Cuentas, A y Altamirano-Quiroz, A. (2023) Control del dengue. Una visión crítica. *Diagnóstico*. Vol 62 (2): 150-154 Nzelibe, H.C. y Albaba, S.U. (2015). Larvicidal potential of Persea americana seed extract against Aedes vittatus mosquito. *Br J Appl Sci Technol.*, 11(2), 1–9.
- Ocampo C.B., Salazar-Terrerros M.J., Mina N.J., McAllister J., Brogdon W. (2011) Insecticide resistance status of Aedes aegypti in 10 localities in Colombia. *Acta Tropical*. 2011 April;118 (1):37–44.
- Parra, G.J., García, C.M., Cotes, J.M. (2007) Actividad insecticida de extractos vegetales sobre Aedes aegypti (Diptera: Culicidae) vector del dengue en Colombia. *Revista Ces Medicina*. Volumen 21 No.1 enero - junio

- Ramos F., Oranday A., Rodríguez M. L., Verdes M. J., Flores A. & Ponce G. (2007). Efecto larvicida del extracto de hueso de Persea americana var. Hass en Aedes aegypti (L.). Ciencia UANL. 10: 25-28.
- Torres R.C., Garbo A.G., Walde R.Z. (2014) Larvicidal activity of Persea americana Mill. against Aedes aegypti. Asian Pac J Trop Med. Supl. 1:167-170
- WHO/CDS/WHOPES/GCDPP (2005) Guidelines for laboratory and field testing of mosquito larvicides.

DISEÑO Y EVALUACION DE UN PLANTA DE TRATAMIENTO CASERA PARA EL ABASTECIMIENTO DE AGUA POTABLE A NIVEL RURAL EN GARAGOA (BOYACÁ)

Autor (es): Sergio Andrés Sanchez Ávila¹ – seasancheza@udistrital.edu.co

Docente director/asesor: Luz Fabiola Cárdenas Torres

Semillero de Investigación Producción Verde

RESUMEN PONENCIA

En las zonas rurales de Colombia, el acceso a agua potable continúa siendo un desafío que impacta la salud pública y el bienestar de la población. En el municipio de Garagoa (Boyacá), muchas familias campesinas dependen de quebradas y nacimientos como fuentes de agua, sin que exista un proceso de potabilización, lo cual genera riesgos en su salud. Frente a esta situación, el presente anteproyecto tiene como objetivo diseñar una Planta de Tratamiento de Agua Potable (PTAP) casera de bajo costo, adaptada a las condiciones rurales, que permita mejorar la calidad del recurso hídrico disponible. La investigación se desarrollará bajo un enfoque mixto, combinando análisis fisicoquímicos y

microbiológicos del agua antes y después del tratamiento, con la valoración de la aceptabilidad social del sistema por parte de las familias beneficiarias. Según Tamayo y Tamayo (2009), la investigación aplicada busca dar respuestas prácticas a problemas concretos, lo que justifica la pertinencia de abordar esta problemática con un diseño experimental-descriptivo. De igual manera, Monroy Camacho (2023) enfatiza la relevancia de implementar alternativas técnicas de potabilización en comunidades rurales, resaltando su potencial para mejorar el acceso a agua segura. Para finalizar, estudios como el de Torres Parra, García-Ubaque, García-Vaca y Pacheco García (2017) evidencian que los sistemas alternativos de filtración pueden ser

¹ Tecnología en Gestión Ambiental y Servicios Públicos, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

efectivos para garantizar la seguridad hídrica, siempre que se adapten a las condiciones sociales y ambientales del territorio. De este modo, el proyecto busca no solo aportar una solución técnica y económica para el tratamiento del agua en fincas de Garagoa, sino también contribuir al fortalecimiento de la salud y la sostenibilidad en las comunidades campesinas.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mi familia por el apoyo constante, a mi docente asesor por la orientación académica y a la Universidad Distrital Francisco José de Caldas por brindarme los conocimientos necesarios para el desarrollo de este proyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Monroy Camacho, D. E. (2023). *Evaluación de alternativas para una PTAP en la vereda El Floral, municipio de Melgar-Tolima* [Trabajo de grado, Universidad Antonio Nariño].
- Tamayo y Tamayo, M. (2009). *El proceso de la investigación científica* (5.^a

ed.). Limusa.

- Torres Parra, C. A., García-Ubaque, C. A., García-Vaca, M. C., & Pacheco García, R. (2017). *Agua segura para comunidades rurales a partir de un sistema alternativo de filtración*. *Revista de Salud Pública*, 19 (2), 245–250

PAVIMENTO PERMEABLE COMO ESTRATEGIA PARA LAS POSIBLES ZONAS AFECTADAS POR INUNDACION EN EL VIADUCTO DEL METRO DE BOGOTÁ

Autor (es): Paula Andrea Socha Niño ¹ – pasochan@udistrital.edu.co

Docente director/asesor: Luz Fabiola Cárdenas Torres

Semillero de Investigación Producción Verde

RESUMEN PONENCIA

Bogotá presenta una tendencia a las inundaciones durante el invierno, afectando las zonas de las obras del Metro. Aunque el proyecto oficial contempla Sistemas Urbanos de Drenajes Sostenibles (SUDS), se enfoca en el paisajismo y no en soluciones específicas de drenaje. Por ello, se propone una tipología de SUDS centrada directamente en el manejo de aguas pluviales. En ese sentido, el propósito principal es identificar la viabilidad del uso de pavimento permeable como estrategia de mitigación ante posibles inundaciones por las obras del Metro de Bogotá. El pavimento permeable es una solución ecológica e innovadora que promueve una planificación urbana sostenible. Es consistente con los

SUDS, el cual la Resolución 330 de 2017 del Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo define como una estrategia para gestionar aguas lluvias, minimizar el impacto urbano y prevenir inundaciones. Investigaciones en Colombia como la de Cayón y Toro (2021) confirman la viabilidad del pavimento permeable en ciudades con topografía diversa (Valledupar, Barranquilla, Santa Marta). Con base en comparaciones internacionales, concluyen que su implementación no solo reduce las inundaciones y restablece el ciclo hidrológico, sino que también disminuye la contaminación auditiva. Por otra parte, una investigación de campo realizada por Cabezón (2020) sobre la capacidad de infiltración de pavimentos determinó que el

¹ Tecnología en Gestión Ambiental y Servicios Públicos, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

asfalto poroso y las celdas permeables mostraron el mayor rendimiento de infiltración en comparación con otros materiales. La metodología se centrará en la exploración y el análisis de casos de estudio de ciudades con alto riesgo de inundación y características físicas similares a las de Bogotá. Se examinarán detalladamente la experiencia obtenida, tecnologías, costos, efectividad y modo de uso de los pavimentos permeables implementados. Finalmente, los hallazgos de esta exploración permitirán generar una recomendación final sobre la viabilidad de la implementación en las áreas de estudio. Por último, con análisis teóricos y casos de éxito en Colombia y el mundo, esta investigación pretende demostrar que la implementación de pavimentos permeables es una solución ecológicamente viable e innovadora, para mitigar el problema de inundaciones en las zonas intervenidas por el Metro de Bogotá y promover la planificación urbana más sostenible.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Universidad Distrital Francisco José de Caldas por permitirme formar parte de esta comunidad educativa y por el apoyo en mi formación profesional. Además, agradezco a la profesora Luz Fabiola Cárdenas Torres por el acompañamiento y asesoría durante la investigación del anteproyecto.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cabezón Jiménez Iñigo (2020). *Estudio De La Capacidad De Infiltración De Pavimentos Permeables* <https://repositorio.unican.es/xmlui/bitstream/handle/10902/19628/Cabezon%20Jimenez,%20I..pdf?sequence=1>.
- Cayón Cayón Luis Sebastián y Toro Ojeda Luis Alfredo (2021) *Análisis De Pavimentos Permeables Como Solución Alternativa Al Problema De Inundaciones En La Calle 22 Y La Carrera 5 De La Ciudades De Santa Marta, La*

- *12 En Barranquilla Y La Calle 1 De Valledupar Entre Los Años 2015-2021.* <https://repository.ucc.edu.co/server/api/core/bitstreams/fb429b00-485b-4640-84cf-e478dbae0420/content>. normas/Normal.jsp?i=71542
- Empresa Metro de Bogotá (s/f). *DISEÑO PARA LA PRIMERA LÍNEA DEL METRO EN EL MARCO DEL SISTEMA INTEGRADO DE TRANSPORTE PÚBLICO-SITP-PARA LA CIUDAD DE BOGOTÁ (COLOMBIA)* <https://www.metrodebogota.gov.co/sites/default/files/documentos/Resumen%20Ejecutivo%20Primera%20L%23U00ednea%20Metro%20de%20Bogot%23U00e1.pdf>.
- Ministerio de Ambiente, Vivienda y Desarrollo Territorial (2017) Resolución 330 de 2017 “*Por la cual adopta el Reglamento Técnico para el Sector de Agua Potable y Saneamiento Básico (RAS)*” <https://www.alcaldiabogota.gov.co/sisjur/>

DISEÑO DE SISTEMA PARA REUTILIZACIÓN DE AGUA DE DESPRESURIZACIÓN MINERA DEL CERREJÓN EN COMUNIDAD WAYUÚ

Autor (es): Rita Sofia Cabarcas Garcia ¹ – rscabarcasg@udistrital.edu.co

Docente director/asesor: Luz Fabiola Cárdenas Torres

Semillero de Investigación Producción Verde

RESUMEN PONENCIA

La Guajira, Colombia es una región marcada por una escasez hídrica crónica. En esta zona se ubica Carbones del Cerrejón Limited una de las minas de carbón a cielo abierto más grandes de Latinoamérica. El proyecto plantea la reutilización del agua proveniente de la despresurización minera en El Cerrejón, como estrategia sostenible para mitigar la escasez hídrica que enfrenta la comunidad wayúu. El interés en esta investigación surgió de la observación de un fenómeno social y ambiental crítico en La Guajira. La Corte Constitucional de Colombia (2017) estableció que la operación a cielo abierto de esta mina implica la remoción de acuíferos, con el fin de evitar inundaciones. La Resolución 1386 de

2014, emitida por la ANLA, autoriza al Cerrejón elevar la producción de carbón de 35 a 41 millones de toneladas por año (Mtpa). Este aumento requiere un incremento en el uso del recurso hídrico, por lo cual la resolución incluye el ajuste de cauces de cuerpos de agua intermitentes y continuos. Mientras tanto, como lo señalan en un informe publicado en TierraGrata (2025), la situación del agua en La Guajira se ha vuelto crítica, en gran parte por decisiones específicas como el desvío del arroyo Bruno a cargo de la mina El Cerrejón. Ninanya de la Cruz (2015) señala que, en las minas a cielo abierto más del 40% de los riesgos de inestabilidad de taludes dependen de sus condiciones de flujo y del ángulo del talud, factores que deben

¹ Tecnología en Gestión Ambiental y Servicios Públicos, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

ser definidos en función del campo de presión de poros. De ahí que, en este anteproyecto, se requiera recopilar antecedentes técnicos, jurídicos y sociales sobre el desvío de los cuerpos de agua, la práctica de despresurización y experiencias internacionales de reutilización de aguas de mina y adaptarla a estas condiciones, dado a que esta práctica tiene pocos antecedentes en Colombia. La alternativa desarrollada hasta el momento para llevar a cabo este proyecto en la mina, ubicada aproximadamente en las coordenadas 11°07' 58.6"N, 72°37'28.3"O, la cual consta de un área de aproximadamente 69,000 hectáreas, se centra en establecer el diseño de muestreo siguiendo los protocolos de la Norma Técnica Colombiana NTC 5667, la aplicación de un análisis-físicoquímico y microbiológico siguiendo el paso a paso encontrado en el Standard Methods, un proceso de desalinización en el cual será esencial identificar el grado de salinidad de la muestra y finalmente un tratamiento integral que incluye pretratamiento, remoción de metales,

desalinización, desinfección, remineralización y gestión de residuos. Cabe resaltar que esta metodología está en proceso de desarrollo y puede ajustarse conforme avance la investigación. Este anteproyecto cuenta con el apoyo en cuanto a información del Cerrejón, y los resultados esperados del proyecto se basan precisamente en la eficiencia proyectada de los procedimientos metodológicos y en el cumplimiento de los parámetros establecidos por la legislación, como la Resolución 2115 de 2007. Se anticipa que el agua de los pozos de despresurización tendrá un pH entre 6 y 8, conductividad de 3,000-12,000 $\mu\text{S}/\text{cm}$, TDS entre 1,800-7,500 mg/L, Cl^- entre 500-2,500 mg/L, Fe entre 0.3-1.2 mg/L y Mn entre 0.05-0.2 mg/L. Con respecto al tratamiento, se espera una reducción de turbidez del 60-90% y de SST del 60-85% en la prueba de tratabilidad, con proyecciones de remoción final muy altas, incluyendo la eliminación del 100% de coliformes, la remoción del 90-98% de TDS y más del 90-99% de metales traza.

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a la Universidad Francisco José de Caldas por brindarme las herramientas académicas necesarias, así como a la profesora Luz Fabiola Cárdenas Torres por su asesoría y apoyo durante la elaboración de esta investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- American Public Health Association, American Water Works Association, & Water Environment Federation. (2023). *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater (24th ed.)*. APHA Press
- Autoridad Nacional de Licencias Ambientales – ANLA. (2014, 18 de noviembre). *Resolución N.º 1386 (18 nov. 2014). Por la cual se modifica un Plan de Manejo Ambiental de la empresa Carbones del Cerrejón Ltda. [Resolución]*. ANLA. <https://www.anla.gov.co/images/documentos/resoluciones/2024-05-30-anla-resolucion-1386-18112014.pdf>
- Corte Constitucional de Colombia. (2017). *Sentencia de Unificación SU-698 de 2017*. <https://www.corteconstitucional.gov.co/relatoria/2017/su698-17.htm>
- Instituto Colombiano de Normas Técnicas y Certificación (ICONTEC). (2008). *Calidad del agua. Muestreo. Parte 5: Directrices para el muestreo de agua potable de instalaciones de tratamiento y sistemas de distribución por tubería (NTC-ISO 5667-5:2008)*
- Ninanya de la Cruz, H. D. (2015). *Análisis numérico de flujo subterráneo: Caso mina subterránea de Vazante - Brasil [Tesis de licenciatura, Universidad Ricardo Palma]*. Repositorio Institucional URP. <https://repositorio.urp.edu.pe/bitstreams/2031a951-f899-42a6-992f-cf69f4ee829b/download>
- TierraGrata. (2025, 2 de

- julio). *Hablemos de Bruno: El arroyo que desvió Cerrejón en La Guajira - Tierra Grata. Tierra Grata.* <https://tierragrata.org/hablemos-de-bruno-el-arroyo-que-desvio-cerrejon-en-la-guajira>

ANÁLISIS DE FACTIBILIDAD DE PRODUCCIÓN Y COMERCIALIZACIÓN DE MOBILIARIO INFANTIL, MOPIK

Autor (es): Angie Pamela Lamilla Tovar¹ – aplamillat@udistrital.edu.co
Jhon Deivid García Cubillos² – jhdgarcia@udistrital.edu.co

Docente director/asesor: Luz Fabiola Cárdenas Torres

Semillero de Investigación Competitividad Económica Ambiental

RESUMEN PONENCIA

La creciente contaminación por plásticos presenta un panorama preocupante, tan solo “En Colombia, cerca de 31.000 toneladas de residuos sólidos son generadas a diario, de los cuales se estima que 5.000 toneladas son plásticos y sólo el 1,4% es reciclado.” (Quiroga M, 2020). Esta problemática se agrava con el consumo masivo de juguetes fabricados en materiales plásticos los cuales incluyen luces y sonidos, los cuales contribuyen tanto a la generación de residuos como a la exposición a sustancias tóxicas que afectan la salud humana, “En el 2022, la Universidad Libre de Ámsterdam y los investigadores Heather Leslie y María Lamoree encontraron en un estudio realizado a 22 donadores de sangre, que seis de

ellos contenían plástico en la sangre, suponiendo que su presencia se debía posiblemente a la absorción a través de la respiración o el contacto con la piel.” lo cual pone a los bebes y niños en situación de riesgo, teniendo en cuenta que estos plásticos pueden ser ingeridos al momento del juego, como también los ecosistemas se ven afectados al convertirse en desechos no aprovechados.

Al mismo tiempo, se evidencia la necesidad de fomentar el desarrollo integro en los primeros años de vida, ya que es de suma urgencia contrarrestar los efectos negativos de las pantallas como el sedentarismo, retraso en el lenguaje y la falta de desarrollo motor (Academia Americana de Pediatría, 2016). En este escenario nace MOPIK un

¹ Administración Ambiental, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

² Administración Ambiental, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

emprendimiento de base ambiental, fundamentado en pedagogías de crianza alternativas que propone la producción y comercialización de mobiliario infantil sostenible, elaborado con madera reutilizada y certificada. Su objetivo principal es diseñar un plan de negocios el cual valide la viabilidad técnica, financiera y ambiental del Circuito Pikler, el cual está conformado, por el triángulo Pikler modular también conocido como evolutivo, su complemento un deslizador/escaladora y el arco balancín Waldorf, estos productos además de ser sostenibles, buscan fortalecer el desarrollo motor y cognitivo de los niños en la primera infancia mediante dinámicas de juego libre, seguro y creativo. La metodología adoptada corresponde a un estudio de viabilidad multidimensional con enfoque mixto, que combina técnicas cualitativas y cuantitativas, integra cinco componentes, en primer lugar, se desarrolla una evaluación de oferta, demanda y competitividad sectorial, así como las estrategias de comercialización más adecuadas.

En segundo lugar, una evaluación de factibilidad técnica y operativa que define el diseño, los procesos productivos y los requerimientos de inversión, en tercer lugar, un análisis de impacto ambiental (AIA), basado en la matriz de Conesa Fernández, permitiendo identificar los impactos de mejor manera y proponer medidas de mitigación, en cuarto lugar, se realiza una evaluación de posicionamiento estratégico en el mercado mediante las matrices DOFA, Ansoff y Porter que orientan el posicionamiento de MOPIK en el sector. Finalmente, la valoración de indicadores de desempeño económico considera proyecciones de costos, ingresos y flujos de caja, complementadas con indicadores como la VAN, TIR y Pay Back junto con el análisis de sensibilidad y análisis Montecarlo. Se prevé que los hallazgos confirmen la factibilidad del proyecto en los ámbitos ambiental, social y económico. Desde la perspectiva ambiental, MOPIK tiene el potencial de contribuir de manera significativa a la disminución de residuos

plásticos y al impulso de la economía circular en Bogotá, mediante los productos que propone. En términos sociales, los productos favorecen la construcción de hábitos de juego saludable y autonomía en la infancia, mientras impulsan procesos de sensibilización de consumo consiente en las familias. Desde la perspectiva económica, los resultados financieros anticipan rentabilidad y competitividad, favorecido por el interés creciente de la comunidad educativa y de padres en pedagógicas alternativas para la infancia. MOPIK se proyecta como un emprendimiento innovador que combina criterios de sostenibilidad, fortalecimiento del desarrollo infantil integral y compromiso social, con posibilidades de ser replicado en otros entornos nacionales y regionales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- EMR. (2023). Mercado Global de Juguetes – Por Tipo de Producto (Figuras de Acción, Juegos de Construcción, Muñecas, Juegos y Rompecabezas,

Deportes y Juguetes para Exteriores, Peluche, Otros); Por Grupo de Edad (Hasta 5 Años, Entre 5-10 Años, Más de 10 Años); Por Canal de Venta (Hipermercados/Supermercados, Tiendas Departamentales, Canal En Línea, Otros); Por Región (América del Norte, Europa, Asia Pacífico, América Latina y Medio Oriente y África); Dinámica del Mercado (2024-2032) y Panorama Competitivo. Informes de Expertos. Recuperado de [https://](https://www.informesdeexpertos.com/informes/mercado-de-juguetes)

[www.informesdeexpertos.com/
informes/mercado-de-juguetes](https://www.informesdeexpertos.com/informes/mercado-de-juguetes)

- INTEREMPRESAS. (2023). Las ventas en el mercado juguetero a nivel global descenden hasta septiembre, a la espera de las Navidades. Recuperado de [https://
www.interempresas.net/Juguetes/
Articulos/497433-ventas-mercado-
juguetero-nivel-global-descienden-
hasta-septiembre-espera-
Navidades.html](https://www.interempresas.net/Juguetes/Articulos/497433-ventas-mercado-juguetero-nivel-global-descienden-hasta-septiembre-espera-Navidades.html)

- MORDOR INTELLIGENCE. (2023). Tamaño del mercado de juguetes y juegos y análisis de participación: tendencias de crecimiento y pronósticos (2024-2029). Recuperado de <https://www.mordorintelligence.com/industry-reports/toys-and-games-market>
- Rivas Gutiérrez, J., Gracia Cortés, M. del C., & Gómez Bañuelos, J. R. (2023). Los plásticos y el daño a la salud de los seres vivos y a los ecosistemas. *Biocenosis*, 37 (1), 1-11. Recuperado de <https://revistas.uned.ac.cr/index.php/biocenosis/article/view/4828/6699>
- Sampieri, R. H. (2006). Metodología de la investigación (4^a ed.). McGraw-Hill. Recuperado de <https://www.smujerescoahuila.gob.mx/wp-content/uploads/2020/05/Sampieri.Met.Inv.pdf>

MARCO DE MEDICIÓN PARA LA RESILIENCIA COMUNITARIA ANTE DESASTRES: UNA HERRAMIENTA PARA LA GOBERNANZA PARTICIPATIVA EN GESTIÓN DE RIESGOS EN COLOMBIA.

Autor (es): Evelin Langebeck Cuéllar¹ – elangebeckc@udistrital.edu.co

Docente director/asesor: Yolanda Teresa Hernández Peña

Grupo de Investigación Investigación para el Desarrollo Sostenible - INDESOS

RESUMEN PONENCIA

Introducción

América Latina y el Caribe es la segunda región del mundo más afectada por los desastres, después de Asia y el Pacífico. Además de una elevada exposición a las amenazas, la región cuenta con un incremento en diversos factores de riesgo, como: el cambio climático, el aumento de la población urbana, el lento crecimiento económico, el aumento de la desigualdad y la pobreza, la inestabilidad política y los altos niveles de violencia (Tarazona Meza, Alonso Freyre, Saldarriaga Villamil, & Bergmann Zambrano, 2024).

De acuerdo con el Centro de Investigación sobre Epidemiología de los Desastres (CRED), en el periodo de 2020 -2022, se identificaron

190 millones de personas afectadas por 1.534 desastres ocurridos en la región. Se establece que cada 3 de 10 habitantes de América Latina y el Caribe ha tenido que hacerle frente a un evento amenazante (UNDRR, 2023).

En América Latina y el Caribe, aproximadamente 340 millones de personas residen en ciudades con 500.000 habitantes o más que son altamente vulnerables al menos a un tipo de amenaza natural (UNDRR - OCHA, 2021). Según Banco Mundial (2021) en cuanto a las condiciones socioeconómicas en 2020, la región registró una pérdida media del PIB del 6,6%, mientras que en 2021 se registró un aumento medio del 6,5%, la elevada exposición a desastres amenaza el crecimiento económico

¹ Doctorado en Ambiente e Ingeniería Sustentable, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

sostenible.

Las cifras de distribución de ingresos, entre 2009 y 2020, se identificó que el 40,8% de la población de la región vivía por debajo del umbral nacional de pobreza. En 2021, se estima que 36 millones de personas experimentaban pobreza multidimensional, de acuerdo con PNUD (2022).

Colombia, es uno de los países más afectados por eventos hidrometeorológicos en la región, con numerosos incidentes locales, incluyendo eventos de pequeño y mediano impacto. En el país se han afectado más de 10,5 millones de personas por inundaciones y han causado unos daños totales de casi 28.000 millones de dólares. De acuerdo con el IDEAM (2025), el 28% de la población nacional está expuesta a un alto potencial de inundación y el 31% presenta una amenaza alta y media por movimientos en masa. El 80% de la población afectada está concentrada en 8 departamentos, siendo la región Caribe la que concentra el 61,6% del total de damnificados nacionales. Con base en el Plan de Acciones Anticipatorias, Preparación y Respuesta (EHP)

frente al Fenómeno El Niño, se estima que 9.3 millones de personas se encuentran en alto, medio y bajo riesgo. Se evidencia también que no existe un número claro o indicador de avances en la implementación de Sistemas de Alerta Temprana Multiamenaza para Colombia (Fondo Adaptación, 2023).

Frente a las situaciones de acceso de información y participación de los grupos poblacionales y comunitarios frente a riesgo de desastres en Colombia, se ha identificado que desde la política pública y la regulación no se cuenta con espacios, ni mecanismos idóneos para promover la participación efectiva de niños, niñas, adolescentes y jóvenes en temas de Reducción de riesgos de desastres (Presidencia de la República, 2018). Las Juntas de Acción Comunal y líderes de las comunidades más vulnerables y expuestas a los efectos e impactos del cambio y variabilidad climática no acceden a oportunidades de proyectos de vida basados en la conservación, protección y adaptación. Se destaca que en las comunidades no se

realiza identificación de los escenarios de riesgo y el acceso participativo para velar por sus derechos (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2017). Se hace evidente que en América Latina y el Caribe y específicamente en Colombia, el concepto de resiliencia surge como un tema central, relacionado con adaptación al cambio climático y la reducción del riesgo de desastres (Md Ohidur & Mohammad Mojammel, 2023). Se entiende la resiliencia comunitaria, como la capacidad de las comunidades y hogares que viven dentro de sistemas complejos para anticiparse y adaptarse a los riesgos, absorber, responder y recuperarse de las amenazas y estresores de una manera oportuna y efectiva sin comprometer sus posibilidades a largo plazo (Ciccotti, Angela, Giménez Boscov, & Risso Günther, 2020)

De manera general las mediciones de resiliencia en la región han tenido una transición hacia marcos multidimensionales, adaptables y participativos, con una creciente atención a la integración de la gobernanza. Sin

embargo, persisten desafíos en la estandarización, validación de las dimensiones sociales y de gobernanza. En las políticas colombianas de gestión de riesgos siguen siendo predominante el enfoque de arriba hacia abajo, descuidando las dimensiones sociales, culturales y participativas esenciales para el desarrollo de la resiliencia (Lizarralde, y otros, 2020). Esta desconexión genera vulnerabilidades persistentes, especialmente entre las comunidades más vulnerables y étnicas, incluso después de mejoras de infraestructura o iniciativas de reasentamiento (Imperiale & Vanclay, 2021). A pesar del reconocimiento global y regional de la resiliencia comunitaria como eje para enfrentar los efectos del cambio climático y los desastres, en América Latina y particularmente en Colombia persiste una desconexión entre las políticas públicas de gestión del riesgo de desastres y las realidades sociales, territoriales y culturales (Md Ohidur & Mohammad Mojammel, 2023; Sandoval Díaz, Navarrete Muñoz, &

Cuadra Martínez, 2023).

La medición de la resiliencia, su aplicación en Colombia es incipiente, poco contextualizada y carente de mecanismos participativos. Esta ausencia de un marco integral, adaptado y operativo para la medición de la resiliencia comunitaria representa una brecha crítica para el desarrollo de políticas de reducción del riesgo inclusivas y eficaces (Bakkensen et al., 2017; Marasco, Kammouh & Gian Paolo, 2022; GOAL, 2016; Hochrainer-Stigler, 2025). De acuerdo con lo expuesto anteriormente, se evidencia la necesidad de elaborar un marco para la medición de la resiliencia comunitaria ante desastres, que permita agrupar indicadores e índices, que den cuenta de los componentes o dimensiones necesarias, y que se consolide como una herramienta para la gobernanza en reducción de riesgos en Colombia, desde un enfoque participativo que permita la vinculación de las comunidades en la toma de decisiones. Así mismo, esta debe considerar condiciones territoriales y diferenciales que dé cuenta de la diversidad del territorial.

Pregunta de investigación

¿Qué componentes debe integrar un marco para la medición de la resiliencia comunitaria ante desastres en Colombia, desde un enfoque diferencial y que permita proponer estrategias para la gobernanza participativa?

Objetivos

Se plantean los siguientes objetivos. Objetivo específico: Elaborar un marco para medir la resiliencia comunitaria ante desastres en Colombia, como herramienta práctica para fortalecer la gobernanza participativa y fundamentar las estrategias de gestión del riesgo. Objetivos específicos: Analizar los enfoques y las limitaciones actuales de la gestión del riesgo de desastres y la medición de la resiliencia comunitaria en Colombia, con especial atención a las dimensiones sociales y de gobernanza. Diseñar un marco participativo para evaluar la resiliencia comunitaria, garantizando la inclusión del enfoque de gobernanza, en el proceso de medición. Evaluar la aplicabilidad y eficacia del marco propuesto

mediante estudios de caso en comunidades colombianas seleccionadas expuestas a diferentes tipos de riesgo de desastres. Realizar recomendaciones de políticas para incorporar el marco en los sistemas nacionales y locales de gestión del riesgo de desastres, promoviendo la gobernanza inclusiva.

Metodología

La investigación combina métodos cualitativos, en donde se desarrollarán estudios de caso, entrevistas, grupos focales, en los territorios priorizados. Así mismo, se utilizan herramientas cuantitativas para el desarrollo de indicadores para capturar las dimensiones de la resiliencia comunitaria, análisis de correspondencias múltiples y correlación de variables y categorías para proponer dimensiones de la resiliencia.

Resultados esperados

Con el desarrollo de la investigación se espera contar con los siguientes resultados: Marco para la medición de la resiliencia, con variables aterrizadas a la realidad territorial y

aplicaciones del marco en contexto colombianos que tengan como variable principal las características poblacionales y territoriales, con el fin de generar comparaciones.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arroyo Ponce, R., & Vargas Marín, L. (2020). Acciones de gobernanza comunitaria para reducir efectos de cambio climático en el consejo comunitario de comunidades negras de Bahía Málaga—distrito de Buenaventura. *Entorno Geográfico*, 1-24.
- Banco Mundial. (2021). *Acting on Internal Climate Migration*. World Bank Group.
- Camacho, C. (2023). Medición de la resiliencia comunitaria utilizando el marco del Indicador de Resiliencia de Base para Comunidades (BRIC): una revisión sistemática. *Revista Internacional de Reducción del Riesgo*

- de Desastres*, 50-63.
- Ciccotti, L., Angela, C. R., Gimenez Boscov, M. E., & Risso Günther, W. M. (2020). Building INDICATORS of Community RESILIENCE to DISASTERS IN BRAZIL: A Participatory Approach. *Ambiente & Sociedade*, 0-23.
 - DNP. (17 de 10 de 2025). *Agenda 2030*. Obtenido de <https://response.reliefweb.int/es/colombia/sala-de-situacion/fenomeno-del-nino>
 - Fondo Adaptación. (2023). *Documento Consolidado De La Evaluación De Daños, Pérdidas, Impactos Y Necesidades Asociados A La Ocurrencia Del Fenómeno La Niña En Colombia 2021 – 2023*. Bogotá.
 - GOAL. (17 de 10 de 2016). *Análisis de la resiliencia de las comunidades ante los desastres. Caja de herramientas ARC -D y manual de guía al usuario*. Obtenido de ARC-D.
 - Lizarralde, G., Paez, H., Lopez, A., Bornstein, L., Gould, K., Herazo, B., & Muñoz, L. (2020). We said, they said: the politics of conceptual frameworks in disasters and climate change in Colombia and Latin America. *Disaster Prevention and Management: An International Journal*, 909-928.
 - Marasco, S., Kammouh, O., & Gian Paolo, C. (2022). Disaster resilience quantification of communities: A risk-based approach. *International Journal of Disaster Risk Reduction*.
 - Md Ohidur , Z., & Mohammad Mojammel , H. (2023). Community resilience to natural disasters: A systemic review of contemporary methods and theories. *Natural Hazards Research*, 583-594.
 - Moreno Gomez, M., Alhaffar, B., Sigua, J., Eriksson, A., & Hernandez, E. (2023). Differential ethnic approach in disaster risk reduction and

- management: the case of Colombia. *SSRN Electronic Journal*.
- Naciones Unidas. (17 de 10 de 2025). *Departamento de Asuntos Económicos y Sociales*. Obtenido de <https://www.un.org/es/desa/inclusion-saves-lives#:~:text=Dado%20que%20los%20sistemas%20de%20alarma%20temprana,mayor%20que%20en%20la%20poblaci%C3%B3n%20que%20no>
- Sandoval Diaz, J., Navarrete Muñoz, M., & Cuadra Martinez, D. (2023). Revisión sistémica sobre la capacidad de adaptación y resiliencia comunitaria ante desastres socionaturales en América Latina y el Caribe. *REDER* Volúmen 7, 0719-8477.
- Tarazona Meza, K., Alonso Freyre, J., Saldarriaga Villamil, K., & Bergmann Zambrano, R. (2024). Constatación de lo comunitario en la resiliencia ante desastres naturales en el contexto de Manabí, Ecuador. *Revista de Ciencias Sociales (RCS)*, 297-312.
- Presidencia de la República. (2018). *POLÍTICA NACIONAL DE INFANCIA Y ADOLESCENCIA 2018 - 2023*. Bogotá.
- UNDRR - OCHA. (2021). *Informe de evaluación regional sobre el riesgo de desastres en América Latina y el Caribe*. UNDRR.
- UNDRR. (2023). *Panorama de los desastres en América Latina y el Caribe 2000-2022*. UNDRR.
- Valencia, P., & Valencia Londoño, D. (2024). Persistent Vulnerability after Disaster Risk Reduction (DRR) Response: The Case of Salgar, Colombia. *Sustainability*, 01-26.
- Vitale, R. (2017). *DISASTER IS NATURE TELLING US HOW TO LIVE RESILIENTLY*. OXFAM.

EL PASO HACIA LA PREVENCIÓN: UNA MIRADA GERENCIAL A LA TECNOLOGÍA DEPORTIVA

Autor (es): Brayan Andrés Cruz González¹ – bacruzg@udistrital.edu.co

Docente director/asesor: Mawin Javier Martínez Jiménez
Jhon Edisson Alvarado Torres

Semillero de investigación GIAD

RESUMEN PONENCIA

El proyecto integra la tecnología con la administración deportiva mediante el desarrollo de una plantilla inteligente con sensores piezoeléctricos, diseñada para identificar los puntos de mayor presión durante la pisada del deportista. Este dispositivo busca prevenir lesiones musculoesqueléticas asociadas a desequilibrios o sobrecargas en el apoyo del pie y, simultáneamente, evaluar la viabilidad económica de su implementación en contextos deportivos. El proceso de desarrollo comprende el diseño, conexión y calibración de los sensores, junto con un análisis de costos comparativo entre la prevención y el tratamiento de lesiones frecuentes, como la fascitis plantar, la tendinitis de Aquiles o los

esguinces de tobillo. Se espera obtener un prototipo funcional, accesible y aplicable en programas de entrenamiento, capaz de optimizar el rendimiento y reducir gastos médicos. En conjunto, esta propuesta representa una visión innovadora en la gestión deportiva, entendiendo la tecnología no solo como herramienta de medición, sino como una inversión estratégica que promueve bienestar y sostenibilidad en el deporte.

AGRADECIMIENTOS

El autor expresa su agradecimiento a los asesores Mawin Martínez Jiménez y Jhon Edisson Alvarado por su apoyo y guía en la realización de esta investigación.

¹ Administración Deportiva, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

ESTADIO EN MOVIMIENTO: MODELADO DEL FLUJO DE PERSONAS CON INTELIGENCIA ARTIFICIAL PARA LA GESTIÓN DEPORTIVA

Autor (es): Gisell Valentina Romero Betancur¹ – gvromerob@udistrital.edu.co

Docente director/asesor: Mawin Javier Martínez Jiménez
Jhon Edisson Alvarado Torres

Semillero de investigación Nanotecnología

RESUMEN PONENCIA

El proyecto “Estadio en movimiento: modelando el flujo de personas con inteligencia artificial y análisis en tiempo real para una gestión deportiva” da continuidad a una investigación previa centrada en el uso del cálculo integral para modelar la entrada y salida de espectadores en el Estadio Metropolitano de Techo. En esta nueva fase, se busca trasladar el modelo teórico a la práctica mediante la implementación de un sistema de detección y conteo de personas basado en YOLOv8, una herramienta de visión por computador capaz de identificar y rastrear individuos en tiempo real.

Los datos obtenidos por las cámaras serán integrados al modelo matemático desarrollado

anteriormente, permitiendo validar las predicciones teóricas con resultados experimentales y analizar de forma precisa el flujo de personas en accesos y salidas del estadio. En conjunto, el proyecto combina matemáticas aplicadas e inteligencia artificial para optimizar la gestión del público y la logística de eventos deportivos, ofreciendo una herramienta tecnológica útil para la toma de decisiones en entornos de alta concurrencia.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Helbing, D., & Molnár, P. (1995). Social force model for pedestrian dynamics. *Physical Review E*, 51(5), 4282-4286.
- Romero Betancur, G. V. (2025).

¹ Administración Deportiva, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

- *Modelado matemático del flujo de espectadores en estadios mediante cálculo integral: Aplicación al Estadio Metropolitano de Techo.* Manuscrito sometido para publicación.
- Ultralytics. (2023). *Ultralytics YOLOv8* (v8.1.0) [Repositorio]. GitHub. <https://github.com/ultralytics/ultralytics>

ENTROPÍA ECONOMICA Y RESPUESTA TÉRMICA DEL SECTOR DEPORTIVO EN BOGOTA

Autor (es): Wilson Alexander Rojas Castillo¹ – warojasc@udistrital.edu.co
Alexander Zamora Velandia² – azamorav@udistrital.edu.co
Luis Fernando Quijano Wilchez³ – lfquijanow@udistrital.edu.co
Yaneth Beltrán Peña⁴ – nybeltranp@udistrital.edu.co

Docente director/asesor: Wilson Alexander Rojas Castillo

RESUMEN PONENCIA

Presentamos una innovación económica interdisciplinar al articular principios de la termodinámica estadística con el análisis de sistemas económicos complejos (Quevedo & Quevedo, 2011; Rojas C. et al., 2025). Establecimos un marco de medición fundamentado en la entropía y la capacidad de respuesta del sistema, permitiendo evaluar grados de eficiencia, resiliencia y sostenibilidad intersectorial en la Cuenta Satélite del Deporte de Bogotá (CSDB) para el periodo 2018-2023. Proponemos una interpretación física del sistema económico deportivo, donde los sectores productivos se comportan como sistemas termodinámicos interconectados, caracterizados por variables

análogas a temperatura, entropía y capacidad calorífica (Quevedo & Quevedo, 2023). Tal enfoque econofísico permite apreciar la eficiencia, adaptabilidad y sostenibilidad del ecosistema deportivo y recreativo, configurando un nuevo paradigma para la economía del conocimiento. La investigación suscita apropiación social del conocimiento al convertir conceptos técnicos en metáforas accesibles: temperatura económica, energía de inversión y entropía organizacional (Rawlings et al., 2004). Esto permite que los agentes institucionales visualicen de manera intuitiva el funcionamiento del sistema deportivo, facilitando la toma de decisiones informadas.

Un análisis de la cuenta nos permitió

¹ Administración Deportiva, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

² Administración Deportiva, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

³ Administración Deportiva, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

⁴ Administración Deportiva, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Un análisis de la cuenta nos permitió identificar dos sectores dominantes: juegos de azar y apuestas (S_{15}) y actividades deportivas, recreativas y de esparcimiento (S_{16}). Mediante análisis estadístico riguroso de relaciones entre factores microeconómicos (como la elasticidad sectorial) y macroeconómicos (inflación, volatilidad cambiaria, poder adquisitivo), se construye un modelo que cuantifica el "estado energético" de cada sector (Rojas C. & Zamora V., 2025; Timm, 2007). Los resultados revelan diferencias estructurales profundas. El sector S_{15} muestra menor entropía, indicando mayor eficiencia informativa, menor incertidumbre y organización estandarizada, facilitada por su regulación formal y dependencia de plataformas digitales de bajo costo. Contrariamente, el sector S_{16} presenta entropía significativamente mayor, reflejando dinámicas más complejas, fragmentadas y sensibles a shocks externos, vinculadas a infraestructuras físicas costosas y patrones de consumo menos predecibles (Departamento Administrativo Nacional de Estadística, 2023).

Detectamos que, en términos de dinero promedio por agente, S_{16} supera claramente a S_{15} , confirmando que las actividades deportivas requieren flujos monetarios más intensos por participante, debido a altos costos fijos e inversiones en capital físico. Esto se correlaciona con su mayor capacidad calorífica: S_{16} necesita más "energía económica" (inversión, financiamiento, recursos) para reaccionar o expandirse, mientras que S_{15} responde con rapidez y eficiencia incluso ante pequeños impulsos, gracias a su baja barrera de entrada tecnológica y alcance masivo mediante dispositivos móviles.

El análisis de transferencia térmica intersectorial indica que S_{15} se "termaliza" más rápidamente: adapta su actividad, absorbe cambios de mercado y equilibra flujos con mayor velocidad que S_{16} (Zemansky, 1968). Esto lo convierte en un sector más ágil, dinámico y resiliente ante perturbaciones económicas, mientras S_{16} , aunque más intensivo en recursos, opera con mayor inercia y lentitud adaptativa.

Un análisis de la cuenta nos permitió identificar dos sectores dominantes: juegos de azar y apuestas (S_{15}) y actividades deportivas, recreativas y de esparcimiento (S_{16}). Mediante análisis estadístico riguroso de relaciones entre factores microeconómicos (como la elasticidad sectorial) y macroeconómicos (inflación, volatilidad cambiaria, poder adquisitivo), se construye un modelo que cuantifica el "estado energético" de cada sector (Rojas C. & Zamora V., 2025; Timm, 2007). Los resultados revelan diferencias estructurales profundas. El sector S_{15} muestra menor entropía, indicando mayor eficiencia informativa, menor incertidumbre y organización estandarizada, facilitada por su regulación formal y dependencia de plataformas digitales de bajo costo. Contrariamente, el sector S_{16} presenta entropía significativamente mayor, reflejando dinámicas más complejas, fragmentadas y sensibles a shocks externos, vinculadas a infraestructuras físicas costosas y patrones de consumo menos predecibles (Departamento Administrativo Nacional de Estadística, 2023).

Detectamos que, en términos de dinero promedio por agente, S_{16} supera claramente a S_{15} , confirmando que las actividades deportivas requieren flujos monetarios más intensos por participante, debido a altos costos fijos e inversiones en capital físico. Esto se correlaciona con su mayor capacidad calorífica: S_{16} necesita más "energía económica" (inversión, financiamiento, recursos) para reaccionar o expandirse, mientras que S_{15} responde con rapidez y eficiencia incluso ante pequeños impulsos, gracias a su baja barrera de entrada tecnológica y alcance masivo mediante dispositivos móviles.

El análisis de transferencia térmica intersectorial indica que S_{15} se "termaliza" más rápidamente: adapta su actividad, absorbe cambios de mercado y equilibra flujos con mayor velocidad que S_{16} (Zemansky, 1968). Esto lo convierte en un sector más ágil, dinámico y resiliente ante perturbaciones económicas, mientras S_{16} , aunque más intensivo en recursos, opera con mayor inercia y lentitud adaptativa.

Conforme con la Ley 181 de 1995, que reconoce el deporte como expresión cultural y derecho social, y la recreación como medio esencial para el desarrollo humano, esta investigación origina un nuevo campo de innovación social y económica: la termogestión del deporte, es decir, la planificación de flujos de energía económica dentro del ecosistema deportivo-recreativo (Instituto Distrital de Recreación y Deporte, 2023). A manera de conclusión, el modelo evidencia que el sector recreativo-deportivo (S_{16}) posee mayor complejidad estructural, alta entropía y capacidad calorífica económica que lo hacen esencial para la estabilidad y bienestar de la ciudad. A diferencia del sector de apuestas (S_{15}), cuya dinámica digital disminuye incertidumbre y acelera su adaptación, el deporte y la recreación operan como amortiguadores sociales, captando tensiones y redistribuyendo energía económica mediante intervención ciudadana, empleo y salud pública. Este enfoque econofísico no solo ofrece nuevas formas de diagnosticar la salud y

estructura de los sectores económicos, sino que proporciona herramientas conceptuales poderosas para diseñar políticas públicas más precisas (Quevedo, 2016). Reconocer que no todos los sectores "calientan" igual ni responden igual al estímulo fiscal o monetario es clave para invertir con inteligencia en el deporte y la recreación.

Finalmente, el modelo tributa a la innovación en la economía del deporte al articular los principios de la Ley 181 de 1995 con un enfoque científico de medición intersectorial, robusteciendo la toma de decisiones y la apropiación social del conocimiento.

AGRADECIMIENTOS

Los autores expresan su más sincera gratitud al Departamento Administrativo Nacional de Estadística (Dane), al Proyecto Curricular de Administración Deportiva y la Facultad de Medio Ambiente y Recursos Naturales de la Universidad Distrital Francisco José de Caldas, por su acompañamiento, observaciones y sugerencias a la presente

investigación.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2023). Cuenta satélite del deporte de Bogotá. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/economia/cuentas-satelite-del-deporte>
- Instituto Distrital de Recreación y Deporte. (2023). Portal web oficial del Instituto Distrital de Recreación y Deporte (IDRD). <https://idrd.gov.co>
- Quevedo, H., & Quevedo, M. N. (2011). Economic entropy and the distribution of money. *Journal of Thermodynamics*, 2011, 676495. <https://doi.org/10.1155/2011/676495>
- Quevedo, H. (2016). Termodinámica de sistemas económicos: Una aproximación desde la física estadística. *Cuadernos de Economía*, 35(67), 49–68.
- Quevedo, H., & Quevedo, M. N. (2023). Thermodynamic models in economics: A geometric approach. *International Journal of Geometric Methods in Modern Physics*, 20(4), 2350057. <https://doi.org/10.1142/S0219887823500573>
- Rawlings, P. K., Reguera, D., & Reiss, H. (2004). Statistical mechanics of economic systems with limited resources. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 343, 643–658. <https://doi.org/10.1016/j.physa.2004.06.051>
- Santos Niño, A. (2016). Estudio del papel del ahorro en las distribuciones de dinero y riqueza mediante herramientas de la física teórica (Tesis de maestría, Universidad Nacional de Colombia). <http://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/54321>
- Timm, N. H. (2007). *Applied multivariate analysis*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-5442-1>

doi.org/10.1007/978-0-387-35605-4

- Zemansky, M. W. (1968). Heat and thermodynamics (5ta ed.). McGraw-Hill.
- Rojas C., W. A., Zamora V., A., Quijano W., L. F., & Beltrán P., Y. (2025). Economic Entropy and Sectoral Dynamics: A Thermodynamic Approach to Market Analysis. Manuscrito enviado para publicación. arXiv. <https://arxiv.org/abs/2510.06248>
- Rojas C., W. A., & Zamora V., A. (2025). Sectoral dynamics and economic entropy: Applications to the Sports Satellite Account. *Momento*, 71, 38-64. <https://doi.org/10.15446/mo.n71.121535>

EL ARTE COMO MEDIO DE RESISTENCIA SOCIOAMBIENTAL

Autor (es): Paula Angelica Sogamoso Calixto¹ – palizarazor@udistrital.edu.co

Docente director/asesor: Jaime Andrés Gil Morales

Semillero de investigación Conflictos Ambientales: Vida y Paz

RESUMEN PONENCIA

En el marco de la producción del trabajo de grado “El arte como medio de resistencia de las comunidades para la gestión de conflictos socioambientales en Bogotá”, se propuso la creación de un producto audiovisual de libre acceso, uso y difusión para dar a conocer las voces de líderes, lideresas y artistas en el ejercicio de protección ambiental. La conflictividad socio ambiental nace gracias a un disgusto por parte de la comunidad frente a un proyecto obra u actividad que afecta la calidad de vida y el estado de los sistemas ambientales, para Martínez esta respuesta se da como un proceso de contraposición a los poderes hegemónicos que generan presión en los grupos tradicionalmente marginados (2023); es por ello, que se adelantan diferentes acciones por parte de las comunidades para fortalecer sus procesos de gobernanza y participación territorial. El actual material audiovisual tiene como propósito dar evidencia de las representaciones artística presentes en las comunidades y su relación con las mismas. En el caso de Bogotá, se presenta un amplio listado de disputas socio ambientales de carácter urbano, en las zonas rurales y periféricas de la ciudad; entre ellos se encuentra: la degradación de sistemas hídricos, la contaminación visual y atmosférica, los procesos de urbanización, la inadecuada disposición de residuos sólidos, la minería y las canteras. Estas problemáticas se encuentran identificadas en

¹ Administración Ambiental, Universidad Distrital Francisco José de Caldas

el marco del Observatorio Distrital de Conflictos Ambientales, un proyecto que se adelanta en el semillero de investigación Conflictos Ambientales: Vida y Paz. En todo caso, cada una de las problemáticas presentan fuertes intervenciones de diferentes actores, tales como, líderes, lideresas, artistas, científicos, educadores y demás. La interdisciplinariedad es un proceso sumamente importante para el éxito de las diferentes iniciativas en pro de la defensa del hábitat, Novo Villaverde destaca la relación entre el arte, la ciencia y el medio ambiente como una de las formas de encontrar equilibrio en los procesos de interpretación ecológica (2002). El arte, por su lado, es una muestra histórica de las comunidades; habla de sus hitos, tradiciones y realidades, para Adorno es la representación de la subjetividad por medio de una serie de elementos que permitan transmitir la emocionalidad que de otras formas es indescriptible, es un agente independiente a los conceptos preconstruidos de la sociedad, pero no es ajeno a sus movimientos, por tanto, se

utiliza como un simbolismo de lo bello y también como una crítica del sistema (1997). El trabajo colectivo es una metodología utilizada para generar cambios internos en el pensamiento y actuar de los individuos, también ejerce un poder político fundamental que les permite intervenir en las decisiones territoriales; la correlación entre diferentes ciencias permite el reconocimiento de las problemáticas y el arte es uno de los medios por el cual se transportan las opiniones asociadas a una lucha en específico; los líderes, lideresas y artistas lo utilizan con el fin de retratar los procesos llevados a cabo por entidades públicas o privadas en diferentes ecosistemas, esto les permite hacerse notar en un sistema que está diseñado para marginalizar y menospreciar a la comunidades con menor acceso al poder. En este marco, se identifica un déficit en los estudios asociados a elementos propios de la subjetividad ya que se sobreentienden como parte de actividades de conciencia que no presentan frutos reales incrementando los

juicios de valor negativos frente a labores comunitarias; ejemplo de ello es el alto nivel de estigmatización por parte de la academia a procesos artísticos como una forma de transformación del territorio. En la teoría estética del arte se define el impacto que tiene en el receptor una idea dependiendo del elemento sensorial por la cual esta es percibida, llámese sentido de la vista, tacto, oído y demás, destacando el valor que tienen las diferentes representaciones visuales, literarias e incluso escénicas en la relación del individuo con la realidad plasmada (Beardsley y Monroe, 1958). Esto respalda el uso de los elementos artísticos como eje de movimientos sociales pues entrelaza diferentes sentidos en pro de la memoria colectiva, misma que se afianza con la huella que sea al momento de adelantar acciones de integración y reconocimiento del medio. En conclusión, gracias a sus características, el arte es capaz de representar la realidad de una comunidad, acompañada de una autocrítica, por tanto se presenta como un ejercicio válido y legítimo de

resistencia, fuera de los procesos de estigmatización a las obras populares como murales o talleres de escritura autogestionados, posee un amplio poder en el reconocimiento, protección y defensa del territorio por medio de la recuperación del espacio público por parte de las comunidades; así mismo, representa un ejercicio político que lleva a replantearse los sistemas tradicionalmente defendidos y que se contraponen con los intereses de las comunidades en pro de reconocer la interdisciplinariedad como una herramienta que posee la capacidad de buscar soluciones, generar debate y llegar a acuerdos, entre la sociedad y la institucionalidad, viables para los procesos de desarrollo pero también para la calidad de vida de los individuos propios de los diversos ecosistemas. A continuación, encontrarán un enlace que los llevará directamente al documental que se origina en el trabajo de investigación adelantado por la autora, y, que propone, una mirada de la gestión socio ambiental desde los actores comunitarios y cómo se movilizan a través

juicios de valor negativos frente a labores comunitarias; ejemplo de ello es el alto nivel de estigmatización por parte de la academia a procesos artísticos como una forma de transformación del territorio. En la teoría estética del arte se define el impacto que tiene en el receptor una idea dependiendo del elemento sensorial por la cual esta es percibida, llámese sentido de la vista, tacto, oído y demás, destacando el valor que tienen las diferentes representaciones visuales, literarias e incluso escénicas en la relación del individuo con la realidad plasmada (Beardsley y Monroe, 1958). Esto respalda el uso de los elementos artísticos como eje de movimientos sociales pues entrelaza diferentes sentidos en pro de la memoria colectiva, misma que se afianza con la huella que sea al momento de adelantar acciones de integración y reconocimiento del medio. En conclusión, gracias a sus características, el arte es capaz de representar la realidad de una comunidad, acompañada de una autocrítica, por tanto se presenta como un ejercicio válido y legítimo de

resistencia, fuera de los procesos de estigmatización a las obras populares como murales o talleres de escritura autogestionados, posee un amplio poder en el reconocimiento, protección y defensa del territorio por medio de la recuperación del espacio público por parte de las comunidades; así mismo, representa un ejercicio político que lleva a replantearse los sistemas tradicionalmente defendidos y que se contraponen con los intereses de las comunidades en pro de reconocer la interdisciplinariedad como una herramienta que posee la capacidad de buscar soluciones, generar debate y llegar a acuerdos, entre la sociedad y la institucionalidad, viables para los procesos de desarrollo pero también para la calidad de vida de los individuos propios de los diversos ecosistemas. A continuación, encontrarán un enlace que los llevará directamente al documental que se origina en el trabajo de investigación adelantado por la autora, y, que propone, una mirada de la gestión socio ambiental desde los actores comunitarios y cómo se movilizan a través

de propuestas artísticas. Con la proyección de este documental se busca democratizar el acceso a la información, además de visibilizar las voces de los líderes, lideresas y artistas de la comunidad desde un proceso de escucha activa y reconocimiento de la importancia que genera su intervención en la protección socioambiental.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Martínez, Abello. J(2023). La ciudad en disputa: conflictos socioambientales en Bogotá DC. *Ciudad Paz-ando*, 16(1), 128-141.
- Adorno, T. W. (1997). *Aesthetic theory*. A&C Black.
- Beardsley, Monroe C. (1958). *Estética: Problemas en la filosofía de la crítica*. Harcourt, Brace and Company
- Novo, V. (2002). *Ciencia, arte y medio ambiente*. Ediciones Mundi-Prensa.

HERRAMIENTA CLASIFICADORA DE PLAYAS IDONEAS PARA LA ANIDACION DE TORTUGA BOBA Y CONTAMINACIÓN LUMÍNICA

Autor (es): Gabriel Orlando Rodriguez Silva¹ – gorodriguezs@udistrital.edu.co

Docente director/asesor: Maribel Pinilla Rivera

Semillero de investigación Competitividad Económica Ambiental

RESUMEN PONENCIA

La contaminación lumínica afecta de forma considerable la anidación de la tortuga boba (*Caretta caretta*), disminuyendo la idoneidad de las playas como hábitat reproductivo, aunque aún son escasas las investigaciones que abordan este fenómeno. Este estudio evaluará los efectos de distintas longitudes de onda e intensidades de iluminación artificial sobre el comportamiento de anidación en la Playa Buritaca. La metodología se desarrollará con un enfoque cuantitativo, trabajando sobre variables numéricas que influyen en la selección de playas para la anidación. Se diseñará un sistema de clasificación que diferencie playas apropiadas, regulares y no apropiadas, mediante redes neuronales bajo el modelo Sequential. El entrenamiento se realizará con 20 playas de cada categoría. En el caso de Buritaca, se recolectan datos en tres transectos definidos, evaluando nueve atributos ambientales: temperatura, granulometría de la arena, cobertura arbórea, inclinación, profundidad, energía del mar, entre otros. Estos factores conformarán el vector de entrada del clasificador en Keras, que se entrenará en Google Colab durante 20 épocas.

Para integrar la variable de contaminación lumínica, se añadirán dos condicionales relacionadas con la longitud de onda y la intensidad lumínica. Estas operaciones tensoriales aplicarán porcentajes de penalización a cada muestra antes de la capa de salida, generando un factor de ajuste que

¹ Administración Ambiental, Universidad Distrital Francisco José de Caldas

interactúe con los atributos ambientales. De este modo, la probabilidad final reflejará la influencia conjunta de las condiciones de la playa y de la iluminación artificial sobre la reducción de la anidación en Buritaca, considerando umbrales críticos definidos en la literatura y en el trabajo de campo. En cuanto a los resultados esperados, el modelo alcanzará una alta precisión con base en la matriz de confusión y las curvas ROC al clasificar las playas y permitirá proyectar la reducción de las tasas de anidación en función de la contaminación lumínica y las condiciones ambientales. De este modo, se espera que la investigación contribuya al conocimiento científico sobre cómo la iluminación artificial, en gran parte generada por la actividad hotelera, interactúa con los factores que determinan la idoneidad de las playas para la reproducción de la tortuga boba.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Attum, O., & Nagy, A. (2024). Patterns of light pollution on sea turtle nesting beaches in the Egyptian Red Sea. *Marine Pollution Bulletin*, 201, 116246. <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2024.116246>
- Ceballos-Fonseca, C. (2004). Distribución de Playas de Anidación y Areas de Alimentación de Tortugas Marinas y sus Amenazas en el Caribe Colombiano. *Boletín de Investigaciones Marinas y Costeras - INVEMAR*, 33(1), 79-99.
- Chih-Hao Yen, Yin-Ting Chan, Yao-Chi Peng, Kuo-Hui Chang, & I-Jiunn Cheng. (2023). The Effect of Light Pollution on the Sea Finding Behavior of Green Turtle Hatchlings on Lanyu Island, Taiwan. *Zoological Studies*, 無(62). <https://doi.org/10.6620/ZS.2023.62-47>
- Cruz, L. M., Shillinger, G. L., Robinson, N. J., Tomillo, P. S., & Paladino, F. V. (2018). Effect of light intensity and

- wavelength on the in-water orientation of olive ridley turtle hatchlings. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 505, 52-56. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2018.05.002>
- Gomez Isaza, D. F., Jones, R., Wilson, P., Pendoley, K., Fossette, S., & Thums, M. (2025). The effect of artificial light at night on sea turtle hatchling early dispersal: A systematic review of methods, impacts and findings. *Biological Conservation*, 309, 111327. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2025.111327>
- ¿Qué es la regularización? | IBM. (2023, noviembre 16). <https://www.ibm.com/es-es/think/topics/regularization>
- Milner, D. (2009). Perception, Action, and Consciousness. *Module in Neuroscience and Biobehavioral Psychology*.
- Peña Robinson, M. A. (2022). Caracterización de las playas y de la temporada de anidación de tortugas marinas 2021, en el sector los Cocos – Río Guachaca Magdalena, Colombia. Universidad de Bogotá Jorge Tadeo Lozano. <https://doi.org/10/27860>
- Ríos Quintero, R. R. (2018). Caracterización de la playa de anidación de tortugas marinas “Buritaca” perteneciente a la vertiente norte de la Sierra nevada de Santa Marta, Colombia. <http://repositorio.unimagdalena.edu.co/handle/123456789/1573>
- Rivas, M. L., Santidrián Tomillo, P., Diéguez Uribeondo, J., & Marco, A. (2015). Leatherback hatchling sea-finding in response to artificial lighting: Interaction between wavelength and moonlight. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 463, 143-149. <https://doi.org/10.1016/j.jembe.2014.12.001>

ALTERNATIVA DE MONITOREO LOCAL EN MICROCUENCA DEL RIO PAGÜEY, CUENCA BAJA DEL RIO SUMAPAZ

Autor (es): Paula Angelica Sogamoso Calixto¹ – pasogamosoc@udistrital.edu.co
Brillid Tatiana Ramírez Quiroz² – btramirezq@udistrital.edu.co

Docente director/asesor: Jaime Andrés Gil Morales

Semillero de investigación OBATALA

RESUMEN POSTER

La cuenca del río Sumapaz, en el departamento de Cundinamarca, es un territorio estratégico para la región central de Colombia, tanto por su papel en el suministro de agua como por la relación directa que guarda con las actividades agropecuarias y urbanas. En su zona baja, esta cuenca recibe al río Pagüey, un afluente que atraviesa el municipio de Nilo y que en los últimos años ha sido objeto de preocupación debido a su vulnerabilidad frente a fenómenos hidrológicos. La microcuenca del Pagüey enfrenta de manera particular el riesgo de crecientes súbitas e inundaciones durante periodos de lluvias intensas, propias de la dinámica climática andina. Aunque el IDEAM y la CAR de Cundinamarca cumplen un rol

central en la emisión de boletines y alertas hidrometeorológicas, sus sistemas suelen estar diseñados para escalas regionales o de macrocuenca. En consecuencia, la información no siempre llega en tiempo real ni con el nivel de detalle necesario para las comunidades directamente expuestas, lo que deja un margen de incertidumbre a nivel local. Entre los factores que aumentan la vulnerabilidad de la parte baja del río Pagüey se destacan:

Crecientes súbitas: las precipitaciones intensas generan incrementos rápidos del caudal, con efectos sobre viviendas, vías rurales y predios agrícolas.

Ausencia de sistemas comunitarios de monitoreo: aunque existen estaciones

¹ Ingeniería Sanitaria, Universidad Distrital Francisco José de Caldas

² Ingeniería Sanitaria, Universidad Distrital Francisco José de Caldas

oficiales, no se encontró evidencia pública de mecanismos locales de alerta que transmitan información en tiempo real a la población.

Presión antrópica: las prácticas de cambio de uso del suelo, como deforestación, ganadería y cultivos en ladera, favorecen la escorrentía y reducen la capacidad natural de regulación de la microcuenca.

Frente a este panorama, se plantea —de manera teórica en esta primera fase— el diseño de un sistema comunitario de alerta temprana adaptado a las condiciones del Pagüey. Este sistema no busca reemplazar la labor de las autoridades, sino complementar la información oficial con datos generados de manera local, a una escala más cercana a la realidad de la comunidad.

El esquema propuesto se organiza en cuatro componentes principales:

- Recolección de datos locales mediante instrumentos de bajo costo (pluviómetros artesanales, sensores simples de nivel).
- Procesamiento y definición de umbrales, basados en la estadística de lluvias y niveles, para establecer alertas claras y comprensibles
- Comunicación con la comunidad, utilizando canales accesibles como mensajes de texto, sirenas barriales o grupos de WhatsApp.
- Vinculación institucional y educativa, para garantizar que el sistema se integre con la labor del IDEAM y la CAR, al tiempo que fortalezca la apropiación social del territorio.

Los beneficios esperados de una propuesta de este tipo incluyen:

- Mayor rapidez en la respuesta ante eventos extremos.
- Escala local, ajustada a las particularidades de la microcuenca.
- Complementariedad institucional, al trabajar en paralelo con las alertas oficiales

- Bajo costo y replicabilidad, facilitando su adaptación a otras microcuencas del país.
- Fortalecimiento comunitario, al promover la participación ciudadana y el cuidado del territorio

En últimas, aunque se trata de un ejercicio teórico, este tipo de iniciativas aporta a la discusión sobre la necesidad de ciencia ciudadana en Colombia. La cobertura de estaciones oficiales es limitada y difícilmente abarcará todas las microcuencas, de modo que la generación de redes locales de monitoreo puede convertirse en un soporte valioso para la gestión del riesgo hídrico.

Es cierto que el IDEAM y la CAR tienen la responsabilidad institucional de emitir alertas y vigilar los recursos hídricos, pero su escala de trabajo no siempre permite atender las particularidades de un río como el Pagüey. Por eso, un sistema comunitario no compite con estas entidades, sino que se presenta como un recurso adicional: brinda información puntual para la toma de decisiones inmediatas y, al

mismo tiempo, fortalece la relación entre la comunidad y la autoridad ambiental.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- La República. (2025, 8 de abril). El Ideam emitió una alerta roja por crecientes súbitas en el río Sumapaz y afluentes. La República. <https://www.larepublica.co/economia/el-ideam-emite-una-alerta-roja-porcrecientes-subitas-en-el-rio-sumapazy-afluentes-4105837>
- Gobernación de Cundinamarca. (2025, 29 de agosto). Cundinamarca firma acuerdo para proteger microcuena del río Pagüey en Nilo. <https://www.cundinamarca.gov.co/noticias/cundinamarca-firma-acuerdopara-proteger-microcuena-del-riopaguey-en-nilo>
- Gobernación de Cundinamarca. (2025, mayo 19). IDEAM emite alertas roja y naranja en Cundinamarca por crecientes súbitas en ríos. <https://>

www.cundinamarca.gov.co/dependencias/gestiondelriesgo/noticias/deam-emite-alertas-roja-y-naranja-encundinamarca-por-crecientes-subitasen-rios

- El Tiempo. (2025, 8 de abril). Alerta roja en el río de Sumapaz: autoridades señalan la alta probabilidad de crecientes súbitas. El Tiempo. <https://www.eltiempo.com/bogota/alerta-roja-en-el-rio-de-sumapaz-autoridades-senalan-la-alta-probabilidad-de-crecientes-subitas-3442685>
- CAR (Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca). (2023, 15 de junio). Que la cuenca del Rio Pagüey (Parte Media) por ser de importancia geográfica, económica y social en el área de jurisdicción de la CAR. <https://www.car.gov.co/uploads/files/6494ae481ab18.pdf>.

ANÁLISIS DE LA PROBLEMÁTICA DE FORMACIÓN DE ESPUMA EN LA PTAR PUERTA GRANDE DE MOSQUERA Y EVALUACIÓN DEL PROCESO DE ELECTROCOAGULACIÓN COMO ALTERNATIVA DE TRATAMIENTO

Autor (es): Geraldine Zamora Gaitan¹ – gzamorag@udistrital.edu.co
Ivan Santiago Fonseca Amaya² – ifonsecaa@udistrital.edu.co

Docente director/asesor: Jaime Andrés Gil Morales
Semillero de investigación OBATALA

RESUMEN POSTER

El proyecto “Espuma Cero” surge como una propuesta investigativa orientada al análisis de la problemática de formación persistente de espuma en la Planta de Tratamiento de Aguas Residuales (PTAR) Puerta Grande, ubicada en el municipio de Mosquera, Cundinamarca (Colombia). Este fenómeno, asociado principalmente a la presencia de jabones, detergentes y sustancias tensoactivas no degradadas por los procesos convencionales de tratamiento, representa una afectación ambiental y visual significativa en el cuerpo receptor el río Bogotá, además de evidenciar limitaciones en la eficiencia del sistema actual.

El estudio tiene como propósito evaluar la viabilidad técnica del proceso de

electrocoagulación como alternativa complementaria al tratamiento existente, mediante un enfoque de análisis y planeación ambiental. La investigación se desarrolla bajo un marco teórico y normativo, los cuales establecen los criterios para la calidad del vertimiento de aguas residuales. Aunque la espuma no constituye un parámetro regulado de manera directa, su formación está estrechamente vinculada con concentraciones elevadas de materia orgánica refractaria y tensoactivos, los cuales dificultan el cumplimiento de los valores máximos permisibles.

Metodológicamente, el proyecto contempla una revisión técnica y documental sobre la eficiencia de la electrocoagulación en la remoción de compuestos responsables de la

¹ Ingeniería Sanitaria, Universidad Distrital Francisco José de Caldas

² Ingeniería Sanitaria, Universidad Distrital Francisco José de Caldas

formación de espuma, complementada con el análisis de los procesos unitarios actuales de la PTAR Puerta Grande. A partir de esta evaluación se busca establecer la pertinencia, ventajas y limitaciones del proceso propuesto en comparación con los tratamientos convencionales, considerando aspectos de sostenibilidad, operación y costo.

Los resultados esperados incluyen la identificación de los factores técnicos y normativos que inciden en la generación de espuma y la determinación del potencial del sistema de electrocoagulación para mejorar la calidad del efluente tratado. Este análisis permitirá fortalecer el diseño de estrategias futuras orientadas a la optimización del tratamiento de aguas residuales en Mosquera y, en un sentido más amplio, aportar conocimiento aplicable a otras plantas de tratamiento con problemáticas similares.

En términos ambientales y sociales, el proyecto busca contribuir a la mitigación de impactos visibles sobre el río Bogotá, promover la

percepción positiva de la comunidad frente a la gestión del recurso hídrico y consolidar un modelo replicable de innovación tecnológica alineado con los principios de sostenibilidad y la normatividad ambiental nacional.

Objetivo

Identificar los factores técnicos y normativos relacionados con la generación de espuma en aguas residuales, con el fin de fundamentar la propuesta de un proceso adicional de tratamiento en la PTAR Puerta Grande.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcaldía Municipal de Mosquera. (2023). *Plan de Ordenamiento Territorial de Mosquera – PBOT*. Recuperado de <https://es.scribd.com/document/388077083/Mosquera-Dts-Pbot-2000>
- Alcaldía Municipal de Mosquera. (2023). *Trámites y servicios – Certificado de riesgo predial*. Recuperado de <https://tramites-mosquera.gov.co>

- CAR Cundinamarca. (2017). *Plan de Saneamiento y Manejo de Vertimientos (PSMV) – Municipio de Mosquera*. Bogotá D.C.
- EAMOS ESP. (2024). *Informe Técnico – PTAR Mosquera (Puerta Grande)*. Empresa de Acueducto, Alcantarillado y Aseo de Mosquera.

CARACTERIZACIÓN DEL COMPORTAMIENTO CLIMÁTICO Y LOS COMPONENTES SOCIOAMBIENTALES DEL MUNICIPIO DE FUSAGASUGÁ (CUNDINAMARCA) CON BASE EN REGISTROS HISTÓRICOS DE PRECIPITACIÓN Y TEMPERATURA.

Autor (es): Sergio Alejandro Cruz Amalla¹ – seacruza@udistrital.edu.co
Geraldine Zamora Gaitan² – gzamorag@udistrital.edu.co

Docente director/asesor: Jaime Andrés Gil Morales
Semillero de investigación OBATALA

RESUMEN POSTER

Tiene como propósito principal la caracterización integral del municipio de Fusagasugá, Cundinamarca, a través del análisis detallado de sus componentes demográfico, cultural, social y climático. Esta investigación busca comprender la interacción existente entre las dinámicas poblacionales, las condiciones ambientales y los factores geográficos que determinan la configuración territorial del municipio. Para ello, se realizó un proceso de georreferenciación del área de estudio, identificando puntos estratégicos con alturas comprendidas entre los 1.372 y 1.894 metros sobre el nivel del mar, lo que permitió establecer una base espacial para el análisis físico y climático de la zona.

Con el fin de estudiar el comportamiento atmosférico y su influencia en el medio físico, se recopilaron y procesaron datos provenientes de nueve estaciones meteorológicas pertenecientes al Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), las cuales abarcan diferentes sectores del municipio y proporcionan registros históricos de precipitación y temperatura. A partir de esta información, se desarrollaron diversos productos gráficos como el hietograma, el climograma, las gráficas de valores máximos, medios y mínimos y los registros históricos de precipitación, los cuales permiten visualizar los patrones de variabilidad estacional y anual. Posteriormente, se aplicó el método de

¹ Ingeniería Sanitaria, Universidad Distrital Francisco José de Caldas

² Ingeniería Sanitaria, Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Caldas–Lang, calculando el índice de efectividad de la precipitación con el fin de establecer la clasificación climática de Fusagasugá. Este análisis evidenció un clima de tipo húmedo, característico de regiones de montaña con alta influencia orográfica y precipitaciones superiores a 1.500 mm anuales. Asimismo, se elaboró el perfil longitudinal de la cuenca, en el cual se representó el relieve y se determinó el área bajo la curva, información clave para comprender el comportamiento hidrológico y los procesos de escorrentía superficial. Desde la perspectiva social y cultural, el estudio integra una descripción de la estructura poblacional, las tradiciones locales y las principales actividades económicas del municipio, resaltando el papel de la agricultura, el comercio, la educación y el turismo como pilares del desarrollo local. De esta manera, el proyecto no solo permite conocer el comportamiento climático y físico del territorio, sino también su relación con las dinámicas sociales y de ocupación del suelo. En conclusión, esta investigación constituye un

aporte significativo para el conocimiento ambiental y territorial de Fusagasugá, proporcionando insumos técnicos útiles para la planificación ambiental, la gestión del recurso hídrico y el ordenamiento sostenible del territorio, promoviendo así la toma de decisiones fundamentadas en información científica y contextualizada.

REFEENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcaldía de Fusagasugá. (2023). Plan de Desarrollo Municipal 2020–2024: *Fusagasugá Avanza*. Alcaldía Municipal de Fusagasugá. <https://www.fusagasuga.gov.co>
- DANE (Departamento Administrativo Nacional de Estadística). (2018). *Censo Nacional de Población y Vivienda 2018*. <https://www.dane.gov.co>
- IDEAM (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales). (2024). *Datos climáticos históricos de estaciones*

meteorológicas del departamento de Cundinamarca. IDEAM. <https://www.ideam.gov.co>

- Lang, R. (1915). *Versuch einer Klimaklassifikation auf physiogeographischer Grundlage.* Geographische Zeitschrift, 21(7), 447–475.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2020). *Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico.* MinAmbiente. <https://www.minambiente.gov.co>

PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DE LA CUENCA DEL RÍO SUMAPAZ EN EL MUNICIPIO DE SOACHA - CUNDINAMARCA

Autor (es): Stiven David Estrada González¹ – edestradag@udistrital.edu.co
Carlos Javier Bejarano Pérez² – cjbejaranop@udistrital.edu.co

Docente director/asesor: Jaime Andrés Gil Morales

Semillero de investigación OBATALA

RESUMEN POSTER

La cuenca del río Sumapaz en Soacha Cundinamarca, específicamente ubicada en la vereda Romeral, presenta una problemática ambiental significativa generada por su población, que por más de 60 años ha venido realizando actividades agropecuarias en zonas de páramo, aportando así a la expansión de la frontera agrícola, y de esta manera ha ido deteriorando gran parte del bosque altoandino y del ecosistema de páramo. Por otra parte, el uso de diferentes agroquímicos supone vertimientos a los cuerpos de agua que afectan los recursos hídricos. (Güiza, Londoño, Rodríguez y Zuluaga, 2014) De acuerdo con las consultas realizadas, se halla que la problemática principal no es sólo de

contaminación hídrica, sino de transformación del uso del suelo, lo que compromete la función de “amortiguación o aislante natural” aumentando la vulnerabilidad del páramo a presiones externas. (POT Soacha, 2023).

OBJETIVOS

Identificar las causas en la transformación del uso del suelo y evaluar su impacto en la conectividad ecológica y la prestación de servicios ecosistémicos del páramo y de la cuenca del Río Sumapaz.

METODOLOGÍA

La investigación se realizó mediante revisión bibliográfica de fuentes secundarias tales como:

¹ Ingeniería Sanitaria, Universidad Distrital Francisco José de Caldas

² Ingeniería Sanitaria, Universidad Distrital Francisco José de Caldas

- Documentos de política pública (POT de Soacha, POMCA del río Sumapaz)
- Informes Técnicos de autoridades ambientales (CAR)
- Reportes de investigación del IDEAM
- Artículos referentes al tema

CONCLUSIÓN

La expansión de actividades agropecuarias y asentamientos en la zona de amortiguación de la cuenca y en sí del páramo de Sumapaz en Soacha, constituye una amenaza significativa para la estabilidad ecológica de este ecosistema estratégico. Se concluye que se requiere una intervención coordinada entre las entidades territoriales y ambientales (CAR, Alcaldía de Soacha y parques nacionales) enfocada a la gobernanza del territorio, la resolución de conflictos de tenencia de tierras y la implementación correcta y efectiva de instrumentos de ordenamiento ya existentes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Güiza, Londoño, Rodríguez y Zuluaga, (2014). *Las agendas interinstitucionales ambientales: un instrumento para la resolución de conflictos ambientales* <https://revistas.uniandes.edu.co/index.php/res/article/view/5911/576>
4#:~:text=Adem%C3%A1s%2C%20se%20encontr%C3%B3%20que%20los,o%20no%20afectar%20el%20ecosistema.
- Alcaldía de Soacha, (2023). Plan de Ordenamiento Territorial 2023 (POT) https://www.alcaldiasoacha.gov.co/Transparencia/POT%20Propuesta%20Actualizacin/POT%20Propuesta%20Actualizaci%C3%B3n/4%20Versi%C3%B3n%2018%20de%20agosto%20de%202023/2023_0818_Documento_Diagnostico.pdf
- CAR, (2017). POMCA Cuenca del río Sumapaz <https://www.car.gov.co/uploads/files/6443433d3797c.pdf>

SISTEMA DE RIEGO POR GOTEO PARA OPTIMIZAR LA GESTIÓN HÍDRICA EN LA VEREDA SANTA ELENA - GRANADA

Autor (es): Jeferson Romero Echavarría¹ – jromeroe@udistrital.edu.co
Laura Estefani Arevalo Gómez² – learevalog@udistrital.edu.co

Docente director/asesor: Jaime Andrés Gil Morales

Semillero de investigación OBATALA

RESUMEN POSTER

El cambio climático y la variabilidad estacional representan desafíos críticos para la productividad agrícola en zonas rurales como la vereda Santa Elena. Factores como la alteración de temperaturas y las sequías, sumados a la limitación de infraestructura hídrica, generan inestabilidad económica y estrés en los cultivos (maíz, frijol, aguacate Hass, Feijoa, etc.). Este proyecto se justifica en la necesidad de garantizar la seguridad hídrica y la estabilidad productiva de la Finca La Granada.

OBJETIVO Y METODOLOGÍA

El objetivo general fue implementar un sistema de riego sostenible y eficiente para optimizar la

producción y maximizar la gestión del recurso hídrico. La metodología se centró en un análisis de Balance Hídrico detallado para cuantificar la demanda de agua de los cultivos (Evapotranspiración) frente a la oferta de lluvia (Precipitación) en una parcela. Esta información permitió identificar los meses de mayor déficit hídrico, marcando periodos críticos que demandan un suministro complementario obligatorio para evitar la pérdida de rendimiento. El cálculo de este déficit fue la base para el diseño y dimensionamiento del Sistema de Riego por Goteo, conocido en la literatura por alcanzar eficiencias de uso del agua superiores al 90%, esto fue la base conocido por su alta eficiencia.

¹ Ingeniería Sanitaria, Universidad Distrital Francisco José de Caldas

² Ingeniería Sanitaria, Universidad Distrital Francisco José de Caldas

RESULTADOS Y SOLUCIÓN IMPLEMENTADA

El balance hídrico identificó claramente los meses de Enero, Febrero y Diciembre como críticos, con déficits que deben ser suplidos.

Diseño de la Solución: Se diseñó un sistema de Riego por Goteo adaptado a las condiciones de la finca, dimensionado para suplir la necesidad máxima de 0.47m³ por Día.

Gestión del Recurso: el sistema garantiza que, durante los periodos de escasez identificados, la entrada de agua se ajuste con precisión milimétrica a la demanda de los cultivos. Esto se logra mediante la aplicación localizada de pequeños caudales, resultando en una Captación Neta eficiente y minimizando las pérdidas operacionales por evaporación y las pérdidas ambientales por Escorrentía y lixiviación de nutrientes.

Sostenibilidad: La implementación y la capacitación a los encargados aseguran que el sistema no solo aumente la producción, sino que también optimice el uso del agua,

traduciéndose en una reducción de costos y un impacto social positivo en la calidad de vida de los habitantes, mitigando activamente la vulnerabilidad climática de la finca.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural (MADR). (2021). Resolución N° 000132 de 2021: *Por la cual se adopta el Manual de Normas Técnicas para Sistemas de Riego y Drenaje a Nivel Predial*. Bogotá D.C.
- Solano, M. (2023). Optimización del consumo de agua agrícola: *Buenas prácticas y métodos de riego eficientes*. Revista Alfa, 7(20), 464-473.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2013). *Tecnologías para el Uso Sostenible del Agua para la Adaptación al Cambio Climático*. Roma: FAO.

INUNDACIONES SUBITAS EN EL MUNICIPIO DE CABRERA (CUNDINAMARCA) POR DESBORDAMIENTOS DEL RÍO SUMAPAZ, DIAGNÓSTICO HIDROLÓGICO

Autor (es): Jaider Steven Caicedo Marroquín¹ – jscaicedom@udistrital.edu.co
Karen Lorena Beltrán Clavijo² – klbeltranc@udistrital.edu.co

Docente director/asesor: Jaime Andrés Gil Morales

Semillero de investigación OBATALA

RESUMEN POSTER

El municipio de Cabrera, Cundinamarca, se encuentra dentro de la cuenca hidrográfica del río Sumapaz. Un río muy importante en la comunidad, ambiental, social y económica. El municipio ha enfrentado inundaciones súbitas por el desbordamiento fluvial del río, situación que impacta gravemente tanto a territorio urbano como rural, y en los últimos años se ha incrementado por la combinación de factores hidrológicos, geomorfológicos, climatológicos y del uso del suelo. Aproximadamente 71 hectáreas presentan un nivel alto de amenaza por inundaciones fluviales, estas alertas emitidas en el IDEAM van de mano con el aumento de niveles del río Sumapaz y sus afluentes, uno de estos casos se presentó en el

mes de abril del presente año, en donde se declaró alerta roja por riesgos de crecientes súbitas en el Sumapaz, incluyendo a Cabrera como uno de los municipios más vulnerables. también existen mapas de amenaza por inundación para la cuenca utilizados en el (Plan de Ordenamiento y Manejo de Cuencas Hidrográficas) POMCA que muestran zonas susceptibles al fenómeno, además que se reportaron lluvias con precipitaciones entre 40% y 60% superiores al promedio para esa época, lo que elevó el riesgo de inundaciones e hizo necesario declarar nuevamente las alertas para el territorio. Esta problemática ha empeorado debido a factores que agravan enormemente esta situación, aspectos como el uso del suelo y la cobertura vegetal, donde

¹ Ingeniería Sanitaria, Universidad Distrital Francisco José de Caldas

² Ingeniería Sanitaria, Universidad Distrital Francisco José de Caldas

las pérdidas de la vegetación ribereña y bosques han disminuido la absorción de lluvias de manera natural y ha aumentado la escorrentía superficial, acelerando las subidas de los caudales, además que el relieve de Cabrera, compuesto por áreas de pendiente hacia el río, facilita el escurrimiento rápido hacia el cauce, sumándole que el hecho que las planicies de inundación están directamente vinculadas al cauce principal del Sumapaz, otra problemática relacionada con el crecimiento exponencial del río es la variabilidad climática, donde los patrones de precipitación y la ocurrencia de lluvias más intensas en lapsos cortos, han exacerbado las crecientes súbitas, estos cambios se presentan actualmente, donde las alertas indican claramente que las lluvias estas superando los promedios registrados por estaciones climáticas y pluviales durante los últimos años, estos aspectos, sumándole la infraestructura insuficiente e inadecuada de los sistemas de drenaje, defensas riverenas u otras para mitigar inundaciones, han provocado que el río sea una constante amenaza para la

comunidad de la Cabrera, las cuales dentro de sus estructura municipal, no cuentan con barreras físicas o zonas de expansión controlada, puede sufrir graves daños relacionados por las posibles inundaciones que pueden presentarse. Estos impactos pueden escalar desde los daños a infraestructura urbana (viviendas, vías, puentes y servicios públicos), las pérdidas agrícolas en zonas rurales cercanas al cauce, donde se pierden cultivos ante inundaciones repentinas, lo que afecta la seguridad alimentaria, los riesgos físicos para la población como la integridad física de los habitantes, desplazamientos temporales o afecciones a la salud, hasta las erosiones y modificaciones del cauce, donde pueden transportar sedimentos, alteran la morfología del río. Para enfrentar la problemática de las inundaciones súbitas en Cabrera es necesario fortalecer la red de monitoreo hidrológico donde se instalen y mantengan estaciones de caudal, nivel de aguas y precipitaciones en zonas claves, con sistemas de alerta tempranas como sirenas, también la

zonificación de riesgo efectiva y actualización del POT, donde se incorpore la actualización de mapas actuales de amenaza para ser usados como instrumentos de ordenamiento territorial municipal, además de la restauración de la vegetación natural en las cuencas y el mejoramiento de infraestructura hidráulica como bordes elevados, muros de contención y desagües urbanos adecuados, mantenimiento de canales, alcantarillado y lugares de drenaje. Aunque la amenaza de inundaciones súbitas por desbordamientos del río Sumapaz representa una problemática significativa para Cundinamarca, y que la combinación de factores naturales junto al uso de suelo, la pérdida de bosque y la infraestructura aumentan el riesgo, a través de una correcta implementación de medidas integrales relacionadas con el monitoreo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Diaz Lambis, Hernández Daniela, Julisa Diva (2021) Identificación De Amenaza Por Inundación Del Municipio De Cabrera, Cundinamarca, Colombia,

Universidad de Cundinamarca, Repositorio, Bogotá, Colombia, Extraído de: <https://repositorio.ucundinamarca.edu.co/items/252fde9f-46c2-48f5-8172-d0fc5d4919b5?>

- Diario del Cauca (2025) Ideam emite alerta roja por lluvias extremas en el río Sumapaz, Cauca, Bogota, Diario del Cauca, Extraido de: <https://diariodelcauca.com.co/ideam-emite-alerta-roja-por-lluvias-extremas-en-el-riosumapaz/?utm>
- POMCA Río Sumapaz. Corporación Autónoma Regional del Tolima (CORTOLIMA) / Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR). Diagnóstico Fase Hidrología, Caracterización básica, mapas de amenaza por inundación. 2023. Extraido de: https://cortolima.gov.co/planes-y-programas/gestion-integral-del-recursohidrico/3852-pomca-rio-sumapaz-2023?utm_

- Segura Javier (2025) Declaran alerta roja por riesgo de crecientes súbitas en el río Sumapaz, Bogota, Colombia, BluRadio, Extraido de: <https://www.bluradio.com/nacion/declaran-alerta-roja-por-riesgo-de-crecientes-subitas-enel-rio-sumapaz-rg10?utm>

DETERIORO DE FUENTES HIDRICAS EN LA VEREDA AGUA BONITA, MUNICIPIO DE SILVANIA A CAUSA DE LA ACTIVIDAD MINERA

Autor (es): Valentina Hernández González¹ – valhernandezg@udistrital.edu.co
Erika Xiomara Vivas Aguirre² – exvivasa@udistrital.edu.co

Docente director/asesor: Jaime Andrés Gil Morales

Semillero de investigación OBATALA

RESUMEN POSTER

La vereda Agua Bonita hace parte de la cuenca alta del río Sumapaz, esta presenta problemáticas ambientales por deterioro de sus fuentes hídricas y poca cobertura de servicios públicos para agua potable, de acuerdo a esto la operación de la Cantera Agua Bonita, con su actividad minera, es la principal problemática de dicho deterioro hídrico lo que perjudica a la población cercana y los residentes de esta vereda, el incumplimiento por el manejo de las medidas ambientales está siendo objeto de seguimiento por parte del ANLA, procesos que han ocasionado erosión, sedimentación y alteración del cauce de pequeñas quebradas. El objetivo es realizar monitoreos periódicos de la calidad del agua en nacimientos, quebradas y

puntos de consumo, midiendo parámetros fisicoquímicos y microbiológicos, con base a esto también se busca diagnosticar un plan de acción para el fortalecimiento de infraestructura del acueducto rural, así mismo exigir el cumplimiento del plan de manejo ambiental, con planes de restauración, protección hídrica y control de escorrentías.

La investigación del impacto del extractivismo minero en la vereda Agua Bonita nos dará a conocer el manejo que se le esta dando a las licencias ambientales otorgadas por la CAR y su repuesta a actividades desmedidas y el manejo inadecuado a los permisos concebidos a actividades mineras, el departamento de Cundinamarca se ha visto afectado

¹ Ingeniería Sanitaria, Universidad Distrital Francisco José de Caldas

² Ingeniería Sanitaria, Universidad Distrital Francisco José de Caldas

RESULTADOS ESPERADOS

Se espera realizar un diagnóstico ambiental del estado de las fuentes hídricas de la vereda Agua Bonita, identificando puntos críticos de contaminación y vulnerabilidad, luego de este diagnóstico se busca crear una base de datos físico-químicos y microbiológicos de la calidad de agua de las fuentes hidricas que permita comparar con los estándares del Decreto 1594 de 1984 y la Resolución 2115 de 2007, mediante la delimitación de la cuenca y las fuentes hídricas involucradas se mostrara la relación espacial entre la actividad extractiva y las fuentes de agua. Por último, se busca realizar un plan de acción con medidas de control de escorrentías, restauración ecológica y fortalecimiento de un acueducto rural, la investigación aportara a la toma de decisiones de las autoridades ambientales y alcaldía municipal orientado a la gestión sostenible del recurso hídrico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANLA – Autoridad Nacional de Licencias Ambientales. (2024). Auto de seguimiento a la Cantera Agua Bonita, municipio de Silvania (Cundinamarca). Bogotá, Colombia. https://www.anla.gov.co/notificaciones/images/Auto._No._003082_Del_15_MAY._2024.pdf?
- CAR – Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. (2023). *Boletín del Índice de Calidad del Agua (ICA) 2023*. Sistema de Información Ambiental – SIECAR. <https://www.car.gov.co/uploads/files/6670549a11125.pdf?>
- CAR – Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. (2012). Estudio Ambiental del Acueducto Regional Silvania–Tibacuy, Departamento de Cundinamarca. Bogotá, Colombia. <https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/handle/20.500.12010/25611>

RESULTADOS ESPERADOS

Se espera realizar un diagnóstico ambiental del estado de las fuentes hídricas de la vereda Agua Bonita, identificando puntos críticos de contaminación y vulnerabilidad, luego de este diagnóstico se busca crear una base de datos físico-químicos y microbiológicos de la calidad de agua de las fuentes hidricas que permita comparar con los estándares del Decreto 1594 de 1984 y la Resolución 2115 de 2007, mediante la delimitación de la cuenca y las fuentes hídricas involucradas se mostrara la relación espacial entre la actividad extractiva y las fuentes de agua. Por último, se busca realizar un plan de acción con medidas de control de escorrentías, restauración ecológica y fortalecimiento de un acueducto rural, la investigación aportara a la toma de decisiones de las autoridades ambientales y alcaldía municipal orientado a la gestión sostenible del recurso hídrico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANLA – Autoridad Nacional de Licencias Ambientales. (2024). Auto de seguimiento a la Cantera Agua Bonita, municipio de Silvania (Cundinamarca). Bogotá, Colombia. https://www.anla.gov.co/notificaciones/images/Auto._No._003082_Del_15_MAY._2024.pdf?
- CAR – Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. (2023). *Boletín del Índice de Calidad del Agua (ICA) 2023*. Sistema de Información Ambiental – SIECAR. <https://www.car.gov.co/uploads/files/6670549a11125.pdf?>
- CAR – Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. (2012). Estudio Ambiental del Acueducto Regional Silvania–Tibacuy, Departamento de Cundinamarca. Bogotá, Colombia. <https://expeditiorepositorio.utadeo.edu.co/handle/20.500.12010/25611>

DIAGNÓSTICO HIDROLÓGICO E HIDROGRÁFICO DE LA ZONA ALTA DE LA CUENCA DEL RÍO SUMAPAZ EN LA LOCALIDAD DE SUMAPAZ, BOGOTÁ EN EL AÑO 2025

Autor (es): Laura Valentina Murcia Balaguera¹ – lvmurciab@udistrital.edu.co
Jhoner Andrés Jaramillo Rodríguez² – Jajaramillor@udistrital.edu.co

Docente director/asesor: Jaime Andrés Gil Morales
Semillero de investigación OBATALA

RESUMEN POSTER

La cuenca hidrográfica del Río Sumapaz, ubicada en el sur de Cundinamarca y el oriente del Tolima, incluye la Localidad 20 de Bogotá D.C., donde nace el río en la Cuchilla de Los Charcos a 4.050 m s. n. m. El estudio se realizó con el propósito de analizar la dinámica hidrográfica y ambiental de la cuenca, identificando los efectos de la expansión agrícola sobre el equilibrio hídrico y la capacidad de regulación natural del páramo.

La metodología consistió en la recopilación y análisis de información geográfica, ambiental y socioeconómica de fuentes oficiales. Se delimitó el área alta de la cuenca, comprendiendo las veredas rurales de la Localidad de Sumapaz, y se revisaron los instrumentos de gestión ambiental vigentes,

como el Plan de Ordenación y Manejo de Cuenca (POMCA) y la Unidad de Planeamiento Rural (UPR) Río Sumapaz.

Los resultados esperan encontrar las causas de la reducción de la cobertura vegetal natural, que como consecuencia disminuye la capacidad de retención hídrica, favorece la erosión y altera el caudal base del río. Esto afecta la disponibilidad de agua para consumo humano y la estabilidad del sistema hidrográfico.

Con esto, se pretende proponer una estrategia que permita fortalecer el manejo integral de la cuenca mediante restauración ecológica, agricultura sostenible y educación ambiental comunitaria, orientadas a recuperar la función reguladora del ecosistema y garantizar la sostenibilidad

¹ Ingeniería Sanitaria, Universidad Distrital Francisco José de Caldas

² Ingeniería Sanitaria, Universidad Distrital Francisco José de Caldas

hídrica regional.

METODOLOGÍA

El estudio se desarrollará bajo un enfoque descriptivo. Se recopilará y procesará información secundaria proveniente del IDEAM (2023), la CAR (2023), la EAAB (2023) y el POMCA del río Sumapaz (Cortolima, 2023), complementada con estudios analíticos que nos permitirán identificar los principales factores que afectan la oferta, la calidad y la regulación del agua (Ortiz Orozco & Pardo Flórez, 2022).

RESULTADOS ESPERADOS

Se espera obtener un diagnóstico que describa las condiciones hidrológicas e hidrográficas actuales de la cuenca, los sectores de mayor vulnerabilidad y las principales fuentes de presión sobre el recurso hídrico (IDEAM, 2023). Los resultados permitirán establecer y formular propuestas de solución, entre ellas: fortalecimiento del monitoreo hidrometeorológico, mejoramiento del tratamiento de aguas residuales rurales en puntos críticos de la cuenca mediante filtros

verdes (CAR, 2023), y promoción de la educación ambiental en las comunidades locales para mitigar algunas actividades agrícolas en las laderas (Cortolima, 2023).

Objetivo principal: diagnosticar las condiciones hidrológicas e hidrográficas de la cuenca del río Sumapaz en la localidad de Sumapaz, identificando problemáticas ambientales y proponiendo estrategias de mitigación y uso sostenible del recurso hídrico.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CAR – Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. (2023). Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del Río Sumapaz (POMCA). CAR. <https://www.car.gov.co/uploads/files/6441a2312de0f.pdf>
- Cortolima – Corporación Autónoma Regional del Tolima. (2023, 21 de abril). POMCA Río Sumapaz. Cortolima – Gestión Integral del Recurso Hídrico. <https://cortolima.gov.co/planes-y-programas/gestion-integral-del-recurso->

- hidrico/3852-pomca-rio-sumapaz-2023
- Cortolima – Corporación Autónoma Regional del Tolima. (2023, 28 de julio). Cortolima y CAR aprueban Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca del río Sumapaz. <https://cortolima.gov.co/sala-de-prensa/noticias/3932-cortolima-y-car-aprueban-plan-de-ordenacion-y-manejo-de-la-cuenca-del-rio-sumapaz>
 - EAAB – Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá. (2023). Sistema de abastecimiento Sumapaz: Embalses Chisacá, La Regadera y Los Tunjos. <https://www.acueducto.com.co>
 - IDEAM – Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (s.f.). Agua. IDEAM. <https://www.ideam.gov.co/agua>
 - IDEAM – Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2023). Informe hidrológico diario – Cuenca Sumapaz (IHD 2023). https://www.ideam.gov.co/documents/78690/72106522/06_IHD_JUNIO_24_NOCHE.pdf
 - Ortiz Orozco, M. F., & Pardo Flórez, J. S. (2022). Análisis hidrológico de la cuenca del río Sumapaz ubicada en Bogotá D.C. entre los años 2011 al 2019. *Revista de Tecnología*, 17(2), 45–58. <https://doi.org/10.18270/rt.v17i2.3335>

SISTEMA DE BOMBEO CON ARIETE HIDRÁULICO PARA ACUEDUCTO RURAL EN ANAPOIMA, CUNDINAMARCA

Autor (es): Juan David Gómez Sánchez¹ – jdgomezs@udistrital.edu.co
Adriana Lucia Acosta Pinzón² – alacostap@udistrital.edu.co
Nicolas Ricardo Mora Castellanos³ – nrmorac@udistrital.edu.co

Docente director/asesor: Jaime Andrés Gil Morales
Semillero de investigación BiotecAmbiental

RESUMEN POSTER

El presente proyecto implementa 15 o más sistemas de bombeo hidráulico mediante bombas de ariete en la zona rural de Anapoima, Cundinamarca, conectados directamente al acueducto municipal. La iniciativa responde a la problemática de suministro limitado de agua potable que afecta a 480 familias campesinas distribuidas en 12 veredas, quienes actualmente reciben agua apenas tres veces por mes debido a insuficiencia de presión en la infraestructura existente.

La bomba de ariete hidráulica utiliza la energía cinética del agua en movimiento para bombear una porción del flujo a alturas superiores, operando sin requerimiento de energía externa.

Al conectarse directamente con el acueducto municipal, el proyecto aprovecha el agua ya tratada y potabilizada, eliminando la necesidad de sistemas adicionales de tratamiento. Esta tecnología representa una alternativa sostenible para comunidades rurales con limitaciones de acceso a energía eléctrica y bajo presupuesto operativo.

El proyecto se desarrolla en cuatro fases principales. La Fase I comprende estudios técnicos y topográficos en 15 sectores rurales priorizados, estableciendo puntos estratégicos de conexión con la red municipal de distribución, el sistema complementario La Mesa-Anapoima y sectores de menor presión. La Fase II incluye el diseño de sistemas de ariete de 1 pulgada con capacidad para aprovechar una

¹ Ingeniería Sanitaria, Universidad Distrital Francisco José de Caldas

² Ingeniería Sanitaria, Universidad Distrital Francisco José de Caldas

³ Ingeniería Sanitaria, Universidad Distrital Francisco José de Caldas

altura potencial mínima de 1,8 m y alcanzar una altura de bombeo de 26 m con longitud aproximada de 85 m, siguiendo metodología validada en Bituima, Cundinamarca.

Los componentes técnicos de cada sistema incluyen cámara de aire con acumulador de 4L reutilizado, válvulas Check de paso y fondo de 1 pulgada, válvulas PVC de media pulgada para regulación, reducciones y niples de 1 pulgada, además de tubería PVC para líneas de impulso y elevación. La infraestructura hidráulica integrada contempla cámaras de conexión al acueducto mediante derivaciones controladas con medidores de caudal, sistemas de válvulas de retención, tuberías de elevación hasta tanques de almacenamiento y sistemas de rebose conectados nuevamente a la red municipal para evitar desperdicio.

La Fase III establece instalaciones complementarias con tanques de almacenamiento de 2,500 litros por sistema ubicados en cotas superiores, interconexión con infraestructura municipal existente y sistemas de distribución domiciliaria por

gravedad con medición de consumo. La Fase IV desarrolla fortalecimiento comunitario mediante capacitación técnica a 45 líderes comunitarios en operación, mantenimiento preventivo, identificación y reemplazo de componentes, gestión del recurso hídrico y coordinación con el sistema municipal.

El proyecto beneficia directamente a 2.400 personas, correspondientes al 13,5% de la población municipal de 17.713 habitantes según proyecciones del DANE 2024. La población objetivo se caracteriza por comunidades campesinas dedicadas a actividades agropecuarias, incluyendo 365 menores de 12 años, 547 adultos mayores de 60 años, 8 instituciones educativas rurales con 320 estudiantes y 4 centros de salud comunitarios.

La implementación aprovecha estratégicamente la infraestructura municipal existente: la PTAR de Patio Bonito que beneficia a más de 1,300 habitantes, la red de acueducto municipal completa con agua potabilizada disponible, y las inversiones del

del proyecto La Mesa-Anapoima con 48% de avance en ejecución. Esta integración maximiza las inversiones realizadas y elimina costos adicionales de tratamiento de agua.

Los resultados esperados incluyen 15 o más sistemas funcionales construidos con componentes estándar de fácil adquisición y mantenimiento, garantizando suministro continuo de agua potable las 24 horas del día frente al actual servicio de tres veces por mes. Cada sistema operará aprovechando la energía hidráulica natural del acueducto municipal, transformando energía potencial en energía cinética para el bombeo, con funcionamiento autónomo, mínimos costos operativos y mejora del 100% en tiempos de desabastecimiento.

El proyecto establece un modelo de tecnología apropiada replicable en otras comunidades rurales de Cundinamarca, contribuyendo al desarrollo sostenible y a la soberanía hídrica local. Se proyecta una vida útil de 15 a 20 años para los sistemas, con comunidades capacitadas técnicamente para mantenimiento autónomo que garantice sostenibilidad a largo

plazo. La integración completa con el acueducto municipal optimiza el aprovechamiento del recurso hídrico tratado, fortalece la resiliencia del sistema de abastecimiento rural y elimina complejidades asociadas con el tratamiento de agua de fuentes naturales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Academia.edu. (2019). Construcción e instalación de una bomba de ariete hidráulica para alimentar el sistema de riego en un área definida para una finca agrícola. Academia.edu. https://www.academia.edu/101201563/Construcción_e_instalación_de_una_bomba_de_ariete_hidráulico_para_alimentar_el_sistema_de_riego_en_un_área_definida_para_una_finca_agrícola
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística. (2024). Proyecciones de población. DANE. <https://www.dane.gov.co/index.php/estadisticas-por-tema/demografia-y-poblacion/proyecciones-de-poblacion>

- Ramírez, B. S., & Guamán, D. A. (2019).
Diseño y construcción de una bomba de
ariete hidráulica. Academia.edu. [https://
www.academia.edu/25095903/
diseño_y_construcción_de_una_bomba_
de_ariete_hidráulico](https://www.academia.edu/25095903/diseño_y_construcción_de_una_bomba_de_ariete_hidráulico)
- TelEncuestas. (2024). ¿Cuántos
habitantes tiene Anapoima,
Cundinamarca, en 2024? TelEncuestas -
Censos de Población. [https://
telencuestas.com/censos-de-poblacion/
colombia/2024/cundinamarca/anapoima](https://telencuestas.com/censos-de-poblacion/colombia/2024/cundinamarca/anapoima)
- Universidad Distrital Francisco José de
Caldas. (2019). Construcción e
instalación de una bomba de ariete
hidráulica para alimentar el sistema de
riego en un área definida para una finca
agrícola. Repositorio Institucional RIUD.
[https://repository.udistrital.edu.co/
items/290906a8-d8d1-42a5-a9a5-
5723ba1b20cc](https://repository.udistrital.edu.co/items/290906a8-d8d1-42a5-a9a5-5723ba1b20cc)

ANÁLISIS GEOREFERENCIADO Y CLIMÁTICO DE LA SUBCUENCA DEL RÍO TUNJUELO.

Autor (es): Jorman Jose Navarro Escalante¹ – jnavarro@udistrital.edu.co
Angela de Jesus González Chaparro² – adejesusg@udistrital.edu.co
Yulieth Carolina González Martínez³ – ycgonzalezm@udistrital.edu.co

Docente director/asesor: Jaime Andrés Gil Morales
Semillero de investigación OBATALA

RESUMEN POSTER

La cuenca del río Tunjuelo, una de las principales subcuencas del sistema hidrográfico de Bogotá, se origina en el Páramo de Sumapaz, a más de 3.500 m s. n. m., y abarca un área aproximada de 41.427 hectáreas. Su cauce principal, de cerca de 73 kilómetros, atraviesa sectores rurales, industriales y urbanos del sur de la capital, desempeñando un papel fundamental en la regulación hídrica, la conectividad ecológica y el abastecimiento potencial de agua superficial. No obstante, esta cuenca se encuentra sometida a una intensa presión antrópica, reflejada en la degradación progresiva de la calidad del agua, especialmente en los tramos medios y bajos, debido al vertimiento de residuos domésticos,

industriales, lixiviados y al proceso acelerado de urbanización sin control.

El presente trabajo tiene como propósito realizar una caracterización integral de la cuenca del río Tunjuelo mediante herramientas de georreferenciación, análisis hidrometeorológico y modelación ambiental, con el fin de comprender su dinámica física, climática y ecológica. Se delimitó el polígono de la cuenca a partir de cartografía oficial del IDEAM y la CAR, generando mapas técnicos con coordenadas geográficas, curvas de nivel, escala gráfica, orientación norte y leyenda temática. Igualmente, se identificaron las principales estaciones meteorológicas e hidrológicas que influyen en el régimen hídrico, recopilando registros históricos de precipitación,

¹ Ingeniería Sanitaria, Universidad Distrital Francisco José de Caldas

² Ingeniería Sanitaria, Universidad Distrital Francisco José de Caldas

³ Ingeniería Sanitaria, Universidad Distrital Francisco José de Caldas

temperatura, humedad relativa y caudales medios.

A partir de estos datos se construyeron hietogramas, climogramas y gráficos de extremos climatológicos, que permiten analizar la variabilidad intraanual e interanual de las lluvias y su relación con fenómenos como El Niño y La Niña. Con base en el índice climático de Lang, se determinó que la cuenca presenta un clima templado-húmedo, con precipitaciones anuales promedio cercanas a los 1.000–1.500 mm, influenciadas por la orografía y la urbanización progresiva que altera los procesos de infiltración y escorrentía.

Asimismo, se elaboró un perfil longitudinal del cauce principal, donde se evaluó la morfometría, pendiente y energía del flujo, identificando zonas susceptibles a erosión, sedimentación e inundación. Estos resultados permiten reconocer la interdependencia entre el relieve, el uso del suelo y el comportamiento hidrológico, destacando el impacto de las actividades extractivas y de la canalización

artificial del río en la parte baja de la cuenca. Finalmente, el diagnóstico integrado articula los componentes espaciales, climáticos, hidrológicos, ecológicos y sociales, proponiendo estrategias de restauración y manejo sostenible. Entre ellas se incluyen la recuperación de rondas hídricas, la implementación de humedales artificiales, el fortalecimiento de la gobernanza ambiental local y la educación comunitaria para la conservación del recurso hídrico. Este análisis busca contribuir al Plan de Manejo Ambiental de la Cuenca del Río Tunjuelo y a los objetivos de sostenibilidad urbana de Bogotá, promoviendo una visión integradora entre ingeniería, ecología y participación ciudadana.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alcaldía Mayor de Bogotá. (2021). *Plan de manejo ambiental de la cuenca del río Tunjuelo*. Secretaría Distrital de Ambiente.
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca – CAR. (2020).

Informe técnico de calidad del agua en la cuenca del río Tunjuelo. Bogotá, Colombia.

- IDEAM. (2022). Boletín climatológico anual de la región Andina 2022. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales.
- Rodríguez, L., & Pérez, D. (2019). Evaluación del impacto urbano sobre los cuerpos de agua de Bogotá. *Revista de Ingeniería Ambiental*, 15(2), 33–47.
- Vargas, J. (2018). Modelación hidrológica aplicada a cuencas urbanas: caso río Tunjuelo. Universidad Nacional de Colombia.

ESTUDIO DE LA ACTIVIDAD ANTIMICROBIANA A PARTIR DE EXTRACTOS DE *Persea americana* EN BACTERIAS DE IMPORTANCIA SANITARIA

Autor (es): Tania Julieth Guzmán Barragán¹ – tjguzmanb@udistrital.edu.co

Docente director/asesor: Luisa Fernanda Velásquez Cardona

Semillero de investigación Zoovector

RESUMEN POSTER

Las infecciones causadas por microorganismos multirresistentes constituyen un desafío creciente para la salud pública mundial. Estos agentes patógenos presentan una resistencia elevada a los tratamientos antimicrobianos convencionales, lo que limita la eficacia de las terapias existentes y aumenta la morbilidad y mortalidad asociadas (UNIA, 2025). En este contexto, la búsqueda de nuevas alternativas antibióticas ha cobrado especial interés, particularmente si provienen de productos naturales o del aprovechamiento de sus residuos.

De acuerdo con Arias-García, et. al. (2021), Colombia es el cuarto productor a nivel mundial de aguacate (*Persea americana*). Este

fruto, además sus beneficios a la salud debido a sus altos niveles de ácidos grasos monoinsaturados y antioxidantes, ha demostrado un importante potencial antimicrobiano atribuido a los compuestos fenólicos presentes en sus subproductos, como la semilla y la cáscara (Vieira et al, 2019). Esta investigación tiene como objetivo estudiar experimentalmente el potencial antimicrobiano de extractos obtenidos de la semilla y la cáscara de aguacate, como una alternativa novedosa para contrarrestar estos organismos.

La extracción de compuestos bioactivos realizada mediante la técnica de Soxhlet, reconocida por su eficiencia para obtener metabolitos fenólicos y otros compuestos bioactivos (Dorely, et al., 2022). Las

¹ Tecnología en Saneamiento Ambiental, Universidad Distrital Francisco José de Caldas

pruebas se realizarán con el puro, pero también con microdiluciones que rondan entre los 50 y 500 ug/mL que ha determinado tener efectividad en la inhibición (Sierra 2020; Camacho et al., 2021; Kizilyildirim et al., 2024), sobre cepas aisladas de *Staphylococcus aureus* como representante de patógenas gram positivas y *Escherichia coli* como representante de patógenas gram negativas. La actividad antimicrobiana será evaluada con el método Kirby-Bauer, ampliamente utilizado para medir la inhibición del crecimiento bacteriano mediante la observación de zonas claras alrededor del punto de aplicación del extracto (Sierra Castillo, et al., 2020).

Se espera que los extractos extraídos muestren actividad antimicrobiana significativa contra cepas bacterianas multirresistentes de relevancia clínica y sanitaria, manifestada en claras zonas de inhibición. Esta actividad estaría extracto relacionada con la presencia de compuestos fenólicos y otros metabolitos bioactivos en los extractos, que han

demostrado en estudios previos Castillo, propiedades antimicrobianas (Kizilyildirim, et, al, 2024; Kupni, et al., 2023).

Además, se anticipa que existan diferencias en la efectividad entre los extractos de semilla y cáscara, permitiendo así identificar el subproducto más prometedor para futuras aplicaciones terapéuticas o sanitarias.

Estos resultados contribuirán al conocimiento sobre la explotación sostenible de residuos agrícolas y a la búsqueda de nuevos agentes antimicrobianos naturales para enfrentar la resistencia bacteriana, con un impacto potencial en la salud pública y el desarrollo de productos innovadores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arias-García, J. S., Hurtado-Salazar, A., & Ceballos-Aguirre, N. (2021). Current overview of Hass avocado in Colombia. Challenges and opportunities: a review. *Ciencia rural*, 51(8). <https://>

- [://doi.org/10.1590/0103-8478cr20200903](https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20200903)
- Dorely, D., Alzate, A. F., Rojano, B., Copete-Pertuz, L. S., & Echeverry, R. (2022). Extraction and characterization of phenolic compounds with antioxidant and antimicrobial activity from avocado seed (*Persea americana* Mill). *Bionatura*, 7(4), 1–7. <https://doi.org/10.21931/rb/2022.07.04.51>
 - Kizilyıldırım, S., Kandemir, T., Kendir, G., Muhammed, M. T., Köroğlu, A., & Ozogul, F. (2024). Antibacterial activity of avocado extract (*Persea americana* Mill.) against aminoglycoside-resistant *Klebsiella pneumoniae* strains. *Food Bioscience*, 60(104523), 104523. <https://doi.org/10.1016/j.fbio.2024.104523>
 - Kupnik, K., Primožič, M., Kokol, V., Knez, Ž., & Leitgeb, M. (2023). Enzymatic, antioxidant, and antimicrobial activities of bioactive compounds from avocado (*Persea americana* L.) seeds. *Plants*, 12(5), 1201. <https://doi.org/10.3390/plants12051201>
 - Sierra-Castrillo, J., Gómez-Rave, L. J., Muñoz, A. X., Ramírez-Hoyos, F., Patiño-Rojas, I., Zapata-Baron, S., León-Rojas, D., & Bermúdez-Pirela, V. (2020). Evaluación de la actividad antimicrobiana in vitro de extractos de *Persea americana* (Aguacate) variedad Choquette sobre el crecimiento de *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*. <https://doi.org/10.5281/ZENODO.4064181>
 - UNIVERSIDAD INTERNACIONAL DE ANDALUCÍA. (2025, febrero 10). Resistencia antimicrobiana y enfermedades emergentes: un desafío global para la salud pública. UNIA. <https://www.unia.es/vida-universitaria/blog/resistencia-antimicrobiana-y-enfermedades-emergentes-un-desafio-global-para-la-salud-publica>
 - Vieira Amado, D. A., Bet Helmann, G. A., Detoni, A. M., Colucci de Carvalho, S. L., de Aguiar, C. M., Antunes Martin, C., Shioji Tiunan, T.,

& Cottica, S. M. (2019). Antioxidant and antibacterial activity and preliminary toxicity analysis of four varieties of avocado (*Persea americana* Mill.). *Brazilian Journal of Food Technology*, 22(0). <https://doi.org/10.1590/1981-6723.04418>

ANÁLISIS TEÓRICO DEL SISTEMA HIDRAULICO DE UN FOTOBIORREACTOR CON *Chlorella sp.* PARA EL RÍO SÚNUBA

Autor (es): Lya Camila Ramírez Olivares¹ – lycramirezo@udistrital.edu.co
Daniel Camilo Doncel Romero² – Dcdoncelr@udistrital.edu.co
Nicol Lorena León Avendaño³ – nlleona@udistrital.edu.co
Hasbleidi Correa Gonzalez⁴ – hcorrea@udistrital.edu.co

Docente director/asesor: Jaime Andrés Gil Morales
Semillero de investigación BiotecAmbiental

RESUMEN POSTER

En este proyecto se aborda la problemática de la contaminación en el río Súnuba, ubicado en Boyacá, debido a la acumulación de nutrientes como el fósforo, que favorecen el crecimiento excesivo de algas y microorganismos acuáticos. Este fenómeno, conocido como eutrofización, reduce significativamente el oxígeno disuelto en el agua, afectando la biodiversidad y la calidad del ecosistema acuático.

El fósforo, presente en el río en forma de fosfatos, estimula la proliferación de algas que, al descomponerse, generan zonas con bajos niveles de oxígeno, afectando a las especies aeróbicas del río. Para mitigar este problema, se propone la utilización de la microalga

Chlorella sp., que absorbe el fosfato como nutriente esencial para su crecimiento, contribuyendo a la biorremediación del agua contaminada. El proyecto plantea un análisis teórico de la adaptación hidráulica de un sistema de fotobiorreactor existente, con el fin de optimizar las condiciones para el cultivo de *Chlorella sp.* en el río Súnuba. Se evaluarán las características hidráulicas del río para ajustar el sistema y asegurar un flujo adecuado, eficiencia en el intercambio gaseoso y control de parámetros clave para el crecimiento de la microalga, en un contexto de biorremediación.

Este estudio permitirá establecer las bases para un futuro diseño experimental del fotobiorreactor hidráulico, orientado a la remoción de fosfatos y la mejora de la

¹ Ingeniería Sanitaria, Universidad Distrital Francisco José de Caldas

² Ingeniería Sanitaria, Universidad Distrital Francisco José de Caldas

³ Ingeniería Sanitaria, Universidad Distrital Francisco José de Caldas

⁴ Ingeniería Sanitaria, Universidad Distrital Francisco José de Caldas

calidad del agua en el río Sunuba.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Cifuentes Silva, L., & Rodríguez Ospina, A. (2020). Análisis de remoción de amonio y fosfato. Ingeniería Sanitaria, Universidad Distrital Francisco José de Caldas.
- Ding, W., Zhou, X., He, M., Jin, W., Chen, Y., & Sun, J. (2024). Pollutant removal and resource recovery of cocultivated microalgae *Chlorella* sp. and *Phaeodactylum tricornutum* for marine aquaculture wastewater. *Journal of Water Process Engineering*, 67, 106182. <https://doi.org/10.1016/j.jwpe.2024.1061>
- González López, K. L. (2018). *Cuantificación de la huella hídrica de la microcuenca del río Sunuba en el municipio de Guayatá-Guateque Boyacá*.
- Gómez, C. J., Guerrero, A. L., & Casallas, M. C. (2019). *Remoción de fósforo en aguas residuales usando microalgas a nivel de laboratorio*. *Revista de Ciencias*, 1(1), 31–40.
- Richmond, A. (2013). *Manual de cultivo de microalgas: aplicaciones biotecnológicas*. John Wiley & Sons.
- Skoog, D. A., Holler, F. J., & Crouch, S. R. (2013). *Principios del análisis instrumental*. Cengage Learning.
- Smith, V. H. (1983). Las bajas proporciones de nitrógeno y fósforo favorecen el predominio de las algas verdiazules en el fitoplancton de los lagos. *Ciencia*, 221(4611), 669–671.
- Torres Amaral, E., Bertoldo, L., Castro Bender, Y., Rizzetti, T. M., & de Souza Schneider, R. C. (2023). Removal of organic contaminants in water bodies or wastewater by microalgae of the genus *Chlorella*: A review. *Case Studies in Chemical and Environmental Engineering*, 8(2), 100476. <https://doi.org/10.1016/j.cscee.2023.1004>

- Universidad Pablo de Olavide. (2020).
Determinación de fosfatos. Técnicas avanzadas en química JOURNAL.
- Zaineb Dhaouefi, A., ToledoCervantes, A., García, D., Bedoui, A., Ghedira, K., Chekir-Ghedira, L., & Muñoz, R. (2018).
Assessing textile wastewater treatment in an anoxicaerobic photobioreactor and the potential of the treated water for irrigation. *Algal Research*, 29, 170–178.
<https://doi.org/10.1016/j.algal.2017.11.03>

8

EROSIÓN DEL SUELO Y ALTERACIÓN DE LOS NACIMIENTOS DE AGUA EN LA CUENCA DEL RÍO SUMAPAZ EN PASCA, CUNDINAMARCA

Autor (es): Lina Melisa Sierra Venegas¹ – lmsierrav@udistrital.edu.co
Yeimy Alejandra Barragán Moreno² – yabarraganm@udistrital.edu.co

Docente director/asesor: Jaime Andrés Gil Morales

Semillero de investigación OBATALA

RESUMEN POSTER

La cuenca del río Sumapaz, localizada en el municipio de Pasca, Cundinamarca, representa una de las principales fuentes hídricas de la región y un gran ecosistema. En los últimos años, se ha evidenciado procesos significativos de erosión del suelo y alteración de los nacimientos de agua, generados principalmente por la expansión de la frontera agrícola, la deforestación y las inadecuadas prácticas de manejo del suelo. Estas actividades han incrementado la sedimentación en las fuentes hídricas, afectando la calidad del agua, reduciendo la infiltración y alterando el equilibrio hidrológico de la cuenca.

En esta problemática, analizamos los factores físicos y antrópicos que contribuyen a la

degradación del suelo y a la disminución del recurso hídrico. A partir de este estudio se busca identificar las zonas más afectadas para establecer criterios de conservación y restauración ambiental y promover estrategias de manejo sostenible del recurso hídrico en los sectores de nacimiento del río Sumapaz.

La importancia de este estudio comprende la relación entre la erosión del suelo y la alteración de los nacimientos del agua, lo que proporciona herramientas técnicas para la gestión sostenible del recurso hídrico y la planificación ambiental del territorio. De tal manera, se busca garantizar la conservación de los ecosistemas y la calidad del agua en el municipio de Pasca, Cundinamarca.

¹ Ingeniería Sanitaria, Universidad Distrital Francisco José de Caldas

² Ingeniería Sanitaria, Universidad Distrital Francisco José de Caldas

Figura 1. Río Sumapaz

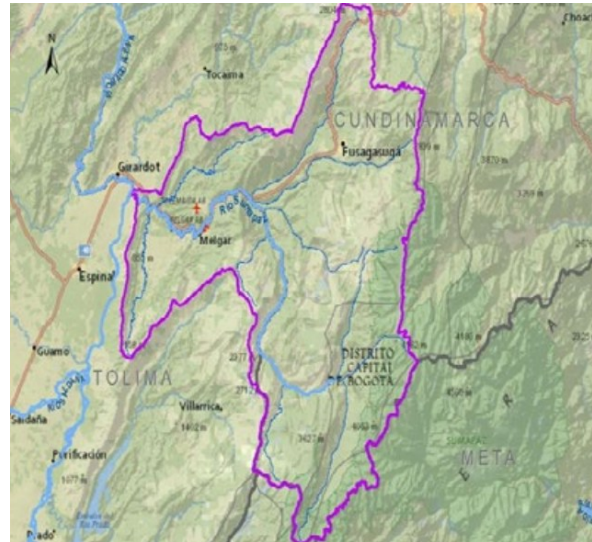


METODOLOGIA

El estudio se basó en el enfoque diagnóstico del Plan de Ordenación y Manejo de la Cuenca (POMCA), integrando análisis espacial con sistemas de información geográfica (SIG) para mapear coberturas y pendientes. Se recolectaron datos hidrológicos mediante monitoreo en 20 estaciones de muestreo (campañas húmeda y seca de 2017), evaluando parámetros como sólidos suspendidos totales (SST), demanda bioquímica de oxígeno (DBO) y coliformes fecales vía Índice de Calidad del Agua (ICA) e Índice de Alteración Potencial (IACAL). Se modelaron flujos con herramientas como SOIL y HIMAT, considerando 14 subcuencas y 521 microcuencas, con énfasis en el tramo superior

cerca de Pasca. La muestra abarcó el 100% de la cuenca (305.911 ha) priorizando áreas de alta vulnerabilidad erosiva.

Figura 2. Ubicación geográfica de la cuenca hidrográfica del río Sumapaz

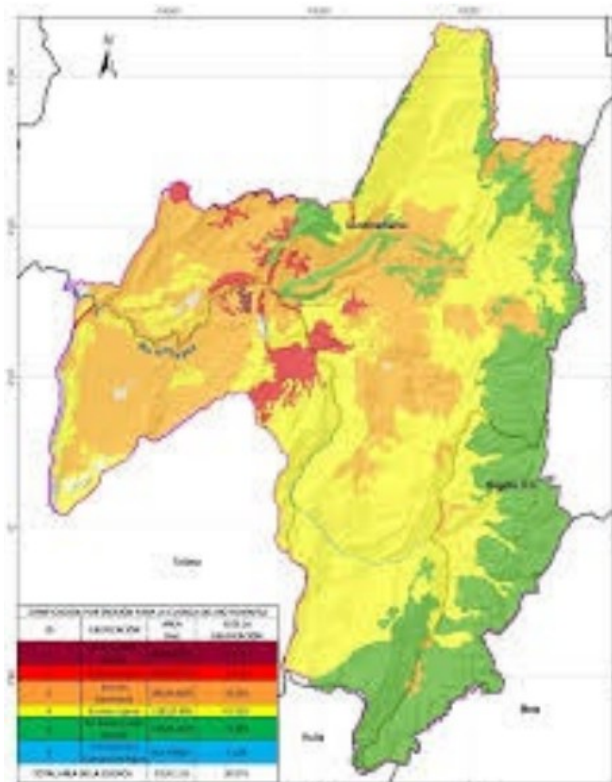


RESULTADOS

La erosión afecta el 74,8% de la cuenca (229.069 ha), con procesos moderados a severos en el 32,7% de las laderas del tramo superior, incluyendo Pasca, donde el sobrepastoreo en páramos intervenidos (16,54% del área) genera SST elevados (hasta 302 mg/L). El ICA clasifica la calidad como regular (0,49-0,94), con deterioro downstream por DBO (2-3,4 mg/L) y patógenos (E. coli hasta 4,4E+04 NMP/100

ml). El IACAL indica alteración alta 4 5 en subcuencas como Río Cuja y Panches, con cargas anuales de SST de 2.018 ton y oferta hídrica superficial (OHTS) de 57,19 m³/s, pero déficits secos en el 25% de las microcuencas abastecedoras. En Pasca, amenazas torrenciales afectan quebradas como El Bosque y Corrales, reduciendo infiltración en un 20-30%.

Figura 3. Zonificación de la degradación de suelos por erosión en Colombia. Sector cuenca del río Sumapaz.



CONCLUSION

Los resultados revelan que presiones antrópicas amplifican vulnerabilidades geológicas, comprometiendo la provisión hídrica y elevando riesgos de inundaciones y escasez estacional. Estas alteraciones implican pérdidas ecosistémicas y socioeconómicas, con potencial desertificación en el 19,49% de la cuenca. Para resolverlo, se recomienda zonificación restrictiva en páramos (Resolución 1434/2017), reforestación anual de 4.000 árboles nativos en 12.770 ha intervenidas, mejora de saneamiento en vertimientos (reducción DBO 50%) y monitoreo expandido a 45 estaciones. Estas medidas restaurarían la retención hídrica (IRH >0,75) y mitigarían erosión, asegurando caudales ambientales sostenibles y resiliencia hidrológica en Pasca.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. (2017). *Evaluación regional del agua cuenca del Río*

- Sumapaz. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. <https://www.car.gov.co/uploads/files/648b5b63b33b6.pdf>
- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. (2019). *Plan de ordenación y manejo de la cuenca del Río Sumapaz (Cod. 2119), localizada en los departamentos de Cundinamarca y Tolima. Fase de diagnóstico. 06. Caracterización de riesgo*. Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. <https://www.car.gov.co/uploads/files/644446d23217e.pdf>
 - Henao Tovar, G. A., & Sanabria Ramos, A. D. (2018). *Evaluación de las políticas ambientales para la gestión integrada del hídrico en la cuenca del Río Sumapaz bajo un escenario promedio de cambio climático* [Tesis de pregrado, Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales]. Universidad de Ciencias Aplicadas y Ambientales. <https://core.ac.uk/download/pdf/326428729.pdf>
 - Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2023). *Estudio nacional del agua 2022*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. <http://documentacion.ideam.gov.co/openbiblio/bvirtual/024218/ENA2022.pdf>
 - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2017). *Resolución 1434 de 2017. Por medio de la cual se delimita el Área de Páramos Cruz Verde – Sumapaz y se adoptan otras determinaciones*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. <https://sumapaz.minambiente.gov.co/wpcontent/uploads/2021/11/resolucion1434-de-2017.pdf>
 - Martínez Ortiz A. (Julio 2013). *Evaluación ambiental del uso del suelo de expansión de la frontera agrícola en el municipio de Pasca de la provincia de Sumapaz, departamento de Cundinamarca*. [Proyecto de grado]. Universidad

Libre <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/10616/Proyecto%20Grado%20Amanda%20Martinez%20O%5b1%5d.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Villamizar Peña, P. (2018). Altas montañas y páramos en Pasca: Territorio, tensiones y perspectivas territoriales [Tesis de maestría, Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia]. Universidad Pedagógica y Tecnológica de Colombia. <https://biblioteca.igac.gov.co/janium/Documentos/1-01188WEB.pdf>

DIAGNÓSTICO DE LA PRODUCCIÓN DE SEDIMENTOS EN LA SUBCUENCA DEL RÍO PAGÜEY Y SU INCIDENCIA EN LA CALIDAD HÍDRICA

Autor (es): Laura Sofía Farfán Tauta¹ – lsfarfant@udistrital.edu.co
Maria Paula Perez Beltran² – mpperezb@udistrital.edu.co

Docente director/asesor: Jaime Andrés Gil Morales

Semillero de investigación OBATALA

RESUMEN POSTER

La subcuenca del río Pagüey, ubicada en el municipio de Nilo, en el departamento de Cundinamarca, perteneciente a la cuenca del río Sumapaz, como una de sus principales cuencas aportantes, presenta condiciones geomorfológicas y de uso del suelo que favorecen procesos erosivos significativos, especialmente en zonas con pendientes superiores al 30 %. La expansión de actividades agropecuarias en áreas de alta susceptibilidad, la deforestación y la falta de prácticas de conservación han intensificado la erosión hídrica y la producción de sedimentos, afectando directamente la calidad del recurso hídrico a lo largo del cauce, específicamente en la zona de la desembocadura hacia el río

Sumapaz. El arrastre de material particulado no solo incrementa la turbidez del agua, sino que también facilita el transporte de nutrientes, contaminantes y materia orgánica, deteriorando las condiciones fisicoquímicas del ecosistema acuático y limitando su uso para actividades domésticas, agrícolas y recreativas.

Este proyecto tiene como objetivo realizar un diagnóstico integral de la producción de sedimentos en la subcuenca del río Pagüey y evaluar su incidencia en la calidad hídrica. La metodología consiste en la revisión bibliográfica de fuentes oficiales que proporcionen información sólida sobre las características físicas de los componentes bióticos y abióticos, así como el uso de herramientas SIG en el análisis

¹ Ingeniería Sanitaria, Universidad Distrital Francisco José de Caldas

² Ingeniería Sanitaria, Universidad Distrital Francisco José de Caldas

geomorfológico, de pendientes y cobertura del suelo que permita establecer una relación entre la producción de sedimentos, el uso del suelo y los indicadores de calidad de agua.

A partir de este diagnóstico se espera identificar y determinar los principales factores que influyen significativamente en el aporte de sedimentos en el cuerpo hídrico, las zonas con mayor susceptibilidad a procesos erosivos y como estos generan una afección en la calidad de agua. Este estudio constituye una herramienta de soporte para futuros proyectos de conservación y mitigación en la cuenca, aportando información clave para la gestión integrada del recurso hídrico y la restauración de ecosistemas degradados y es fundamental para comprender los procesos de erosión y sedimentación que afectan la cuenca del río Sumapaz, útil para la planificación territorial del municipio de Nilo.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Corporación Autónoma Regional. CAR. (2014). DELIMITACIÓN Y LOCALIZACIÓN DE LA CUENCA

SUMAPAZ Y SUBCUENCA RÍO PAGUEY. En DIAGNÓSTICO, PROSPECTIVA Y FORMULACIÓN DE LA CUENCA HIDROGRÁFICA DEL RÍO SUMAPAZ. Obtenido de <https://www.car.gov.co/uploads/files/5ac68d5e7dfc7.pdf>

- Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca. (2021). ESTADO DEL RECURSO HÍDRICO EN LA CUENCA DEL RÍO SUMAPAZ JURISDICCIÓN CAR, EN TÉRMINOS DE CALIDAD Y CANTIDAD. Obtenido de <https://www.car.gov.co/uploads/files/614dde3e2faf9.pdf>

EVALUACIÓN DE LA RADIATIVIDAD NATURAL ASOCIADA A LA MINERÍA AURÍFERA EN EL RESGUARDO INDÍGENA REMANSO-CHORRO BOCÓN, GUAINÍA

Autor (es): Lina Paola Castro Caicedo¹ – lipcastroc@udistrital.edu.co
Valentina Pelaez Ospina² – vpelaezo@udistrital.edu.co

Docente director/asesor: Amed Bonilla Perez

Semillero de investigación SIGMA

RESUMEN POSTER

En el Resguardo Indígena de Remanso-Chorro Bocón, ubicado en el Departamento del Guainía, se realiza explotación artesanal de oro aluvial por parte de indígenas y colonos, actividad que generalmente implica la extracción de grandes volúmenes de gravas y arenas del fondo del Río Inírida, que luego se concentran en superficie mediante un proceso gravimétrico, resultando en una acumulación de minerales pesados adicionales al oro. Utilizando un contador Geiger en laboratorio se reportan valores para diferentes muestras de las colas (materiales residuales del proceso de beneficio) que oscilan entre 0.28 y 16.5 $\mu\text{Sv/hr}$, sin una relación directa con la masa de la muestra. La principal fuente de radiactividad

en los NORM proviene de los isótopos generados por el decaimiento del uranio y el torio, generando radiación alfa, beta y gamma. La exposición a estos materiales, especialmente por radiación gamma, tanto de los trabajadores como de los miembros de la comunidad, puede ser potencialmente dañina para la salud.

Mediante técnicas de análisis físico-químicos (por ejemplo, microscopía, geoquímica, difracción de rayos X), se ha determinado preliminarmente fases minerales de monacita. Por medio de metrología de los radionúclidos, y dosimetría experimental evaluando la exposición en relación con el volumen del material y tiempo de exposición se diseñó una metodología que permitan evaluar la

¹ Ingeniería Ambiental, Universidad Distrital Francisco José de Caldas

² Ingeniería Ambiental, Universidad Distrital Francisco José de Caldas

exposición a esta radiactividad en los mineros artesanales y las comunidades cercanas. Los resultados buscan promover una minería más responsable en el Resguardado Indígena de Remanso-Chorro Bocón como área piloto para otras zonas en la Orinoquia y Amazonia, donde la falta de conocimiento está generando una situación de minería ilegal, ineficiente y devastadora que afecta gravemente al medio ambiente y a la población, impidiendo los beneficios sociales, culturales y técnicos que podrían alcanzarse en otros países desarrollados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Attenborough, M., & Bowen, H. J. M. (1997). *Background Radiation: Natural and Man-Made*. CRC Press.
- Bonilla, A., Franco, L., & Salazar, E. (2021). *Caracterización preliminar de minerales radiactivos en zonas de minería artesanal en el Guainía*. Grupo de Investigación en Geociencias Ambientales, Universidad Nacional de Colombia
- INCORA. (1986). *Resolución de Aprobación Número 028 del 30 de abril de 1986*. Instituto Colombiano de la Reforma Agraria.
- International Atomic Energy Agency. (2014). *Radiation Protection and Safety of Radiation Sources: International Basic Safety Standards (General Safety Requirements)*. IAEA.
- National Research Council. (1999). *Evaluation of Guidelines for Exposures to Technologically Enhanced Naturally Occurring Radioactive Materials*. National Academies Press.
- Nesse, W. D. (2012). *Introduction to Mineralogy* (2nd ed.). Oxford University Press.
- Organización Mundial de la Salud. (2016). *Ionizing Radiation, Health Effects and Protective Measures*. OMS.